



RICHARD HUDD, ARI LESKELÄ JA JAKOB KJELLMAN

KYRÖNJOEN ALAOSAN KALATALOUSSELVITYKSET VUOSINA 1980–1990

OSA I: KEVÄTKUTUISTEN KALOJEN POIKASTUOTANTO KYRÖNJOEN SUISTOSSA VUOSINA 1980–1990

OSA II: KYRÖNJOEN SUISTON MADEKANNAN (*Lota lota* L.) POIKASTUOTANNON EPÄONNISTUMISEN
AIHEUTTAMIEN VAHINKOJEN ARVIOINTI JA ENNUSTAMINEN

OSA III: KYRÖNJOEN VAELLUSIIKAKANNAN TILA VUOSIEN 1988–1991 KOEKALASTUSTEN PERUSTEELLA

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
VAASAN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRI
Helsinki 1993

RICHARD HUDD, ARI LESKELÄ JA JAKOB KJELLMAN

KYRÖNJOEN ALAOSAN KALATALOUSSELVITYKSET VUOSINA 1980–1990

OSA I: KEVÄTKUTUISTEN KALOJEN POIKASTUOTANTO KYRÖNJOEN SUISTOSSA VUOSINA 1980–1990

OSA II: KYRÖNJOEN SUISTON MADEKANNAN (*Lota lota* L.) POIKASTUOTANNON EPÄONNISTUMISEN
AIHEUTTAMIEN VAHINKOJEN ARVIOINTI JA ENNUSTAMINEN

OSA III: KYRÖNJOEN VAELLUSIIKAKANNAN TILA VUOSIEN 1988–1991 KOEKALASTUSTEN PERUSTEELLA

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
VAASAN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRI
Helsinki 1993

Etukannen kuva: Kyrönjoki Voitilan kosken alta
Kuva: Pertti Sevola

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:
Painatuskeskus Oy, PL 516, 00101 Helsinki
Postimyynti, puh. (90) 566 0266

ISBN 951-47-8191-0
ISSN 0786-9592

Helsinki 1993

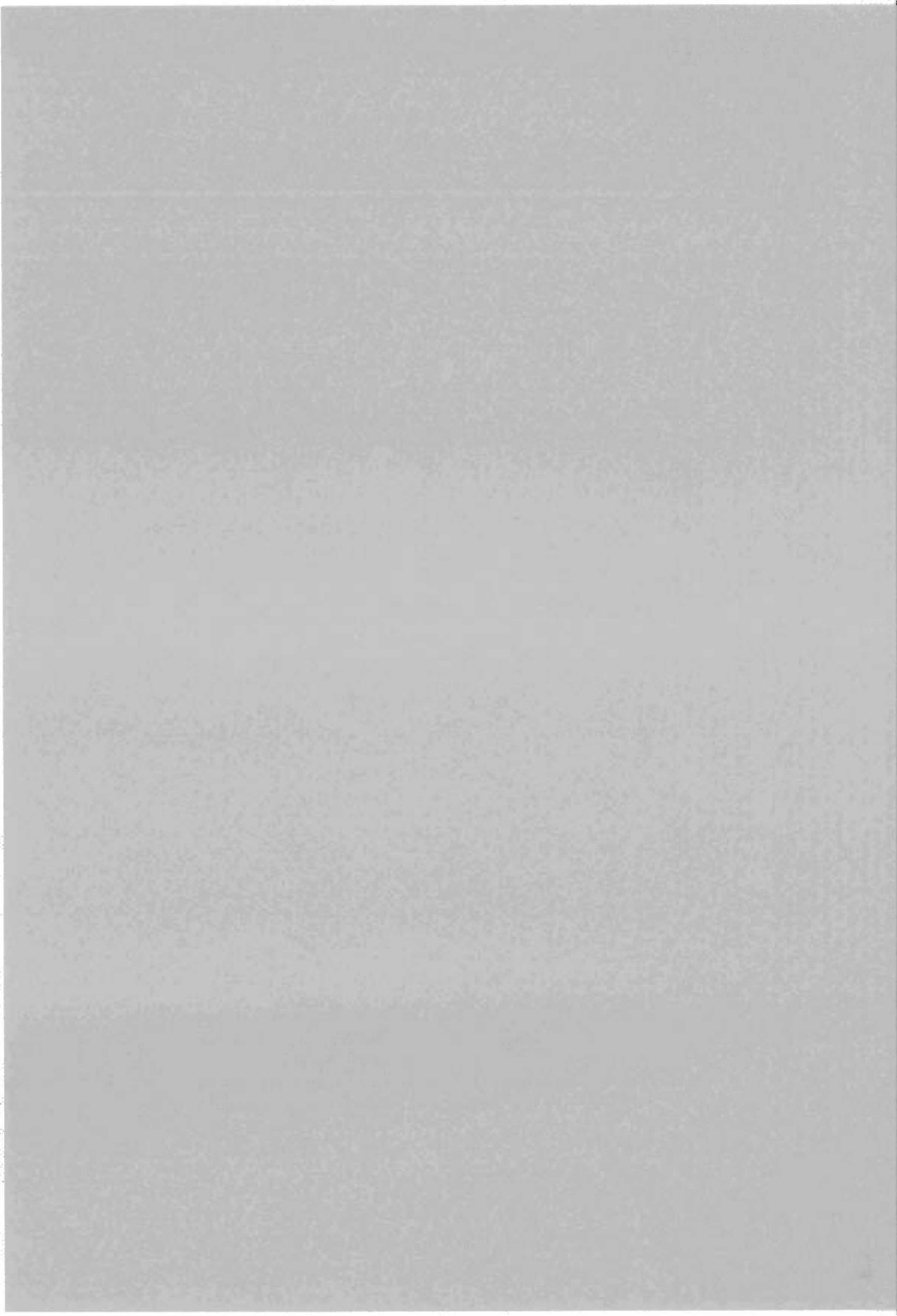
SISÄLLYS

OSA I	Kevätkutuisten kalojen poikastuotanto Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990.....	5
OSA II	Kyrönjoen suiston madekannan (Lota lota L.) poikastuotannon epäonnistumisen aiheuttamien vahinkojen arviointi ja ennustaminen.....	41
OSA III	Kyrönjoen vaellussiikakannan tila vuosien 1988–1991 koekalastusten perusteella.....	75
	LIITTEET.....	95

OSA I

KEVÄTKUTUISTEN KALOJEN POIKASTUOTANTO KYRÖNJOEN SUISTOSSA VUOSINA 1980–1990.

Richard Hudd ja Ari Leskelä



Julkaisija
Vesi- ja ympäristöhallitus ja
Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri

Julkaisun päivämäärä
Syyskuu 1993

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)
Richard Hudd ja Ari Leskelä

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset 1980–1990. Osa I: Kevätkutuisten kalojen poikastuotanto Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990
(Fiskeriundersökningar i Kyrö älvs nedre lopp 1980–1990. Del I: De vårlekande fiskarternas yngelproduktion i Kyrö älvs mynningsområde 1980–1990)

Julkaisun laji

Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri

Toimielimen asettamispvm

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Kyrönjoen suisto on tärkeä lisääntymisalue useille kalalajeille. Valuma-alueen maaperän happamuudesta johtuen suiston vesi on kuitenkin ajoittain erittäin hapanta.

Kyrönjoen suiston kevätkutuisten kalalajien poikasia kerättiin modifioidulla matalan veden Gulf -poikaspyydyksillä ja poikasuotalla. Yleisimmät saalisajit olivat särki, lahna, ahven, kuore, hauki ja kuha. Poikasten yksikkösaaliit (CPUE) mitattiin joko poikasten määränä / m³ (Gulf -pyydykset) tai poikasten määränä / nuotantaveto. Myös veden pH:ta, lämpötilaa ja joen virtaamaa seurattiin. Keväinä, jolloin suiston vesi oli normaalia happamampaa, poikasten lukumäärät olivat alhaisia. Suiston sisimmissä osissa happamuudelle herkimpien lajien, kuten särjen ja kuhan, poikastiheydet olivat alhaisia useimpina tutkimusjakson vuosina. Vuosien väliset erot veden happamuudessa vaikuttivat selvästi poikastiheyksiin. Myös kevään lämpötila ja happamimman periodin ajoittuminen vaikuttivat poikastiheyksiin.

Asiasanat (avainsanat)

Happamoituminen, vesistöt, maaperä, poikastuotanto, jokisuistot, Kyrönjoki

Muut tiedot

Tutkimus on tehty RKTL:n Merenkurkun tutkimusasemalla

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja –
sarja A 157

ISBN

951-47-8191-0

ISSN

0786-9592

Kokonaissivumäärä

S. 5–39

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Painatuskeskus Oy
PL 516, 00101 Helsinki

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 Helsinki

Utgivare

Vatten- och miljöstyrelsen och
Vasa vatten- och miljödistrikt

Utgivningsdatum

September 1993

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

Richard Hudd och Ari Leskelä

Publikation (även den finska titeln)

Fiskeriundersökningar i Kyrö älvs nedre lopp 1980–1990. Del I: De vårlekande fiskarternas yngelproduktion i Kyrö älvs mynningsområde 1980–1990

(Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa I: Kevätkutuisten kalojen poikastuotanto Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990)

Typ av publikation

Forskningsrapport

Uppdragsgivare

Vasa vatten- och miljödistrikt

*Datum för tillsättandet av organet**Publikationens delar**Referat*

Kyrö älvs mynningsområde är ett viktigt fortplantningsområde för ett flertal fiskarter. Fortplantningen påverkas dock av periodvis förurning, som beror på svavelrik jordmån i älvens tillrinningsområde.

Fiskyngel av vårlekande fiskarter samlades in med yngelnot och modifierade Gulf -yngelsamplers. Fångsten per ansträngning anges antingen i individer / kubikmeter filtrerad vattenmängd eller individer / notning. Vattnets pH-värde, temperatur och flödet under undersökningsperioden och dess betydelse för yngelproduktionen undersöktes.

De vanligast förekommande arterna var mört, braxen, abborre, nors, gädda och gös. De vårar vattnet var surare än normalt, var förekomsten fiskyngel av alla arter liten. I de innersta delarna av estuariet var det nästan hela undersökningsperioden liten förekomst av de känsligaste arterna ss. mört och gös. Yngeltätheten av alla arter visade ett klart samband med årsvariationerna i vattnets surhet. Vattnets temperatur och dess utveckling i förhållande till den suraste perioden under våren hade också betydelse för yngelförekomsten.

Sakord (nyckelord)

Förurning, vattendrag, mark, fiskyngel, estuarier, Kyrö älv

Övriga uppgifter

Utredningen är gjord vid VFFI:s Kvarkens forskningsstation

Seriens namn och nummer

Vatten- och miljöförvaltningens publikationer – serie A 157

ISBN

951-47-8191-0

ISSN

0786-9592

Sidantal

S. 5–39

Språk

Finska

*Pris**Sekretessgrad*

Offentlig

Distribution

Tryckericentralen Ab
PB 516, SF-00101 Helsingfors, Finland

Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250, SF-00101 Helsingfors, Finland

Published by
National Board of Waters and The Environment and
Vaasa Water and Environment District

Date of publication
September 1993

Author(s)
Richard Hudd and Ari Leskelä

Title of publication
Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa I: Kevätkutuisten kalojen poikastuotanto Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990
(Fishery investigation in the lower reaches of the River Kyrönjoki 1980–1990. Part I: Abundances of larvae and fry of spring-spawning fish species in Kyrönjoki estuary in 1980–1990)

<i>Type of publication</i> Research report	<i>Commissioned by</i> Vaasa Water and Environment District
---	--

Parts of publication

Abstract

The estuary of River Kyrönjoki is an important reproduction area for several fish species. However, the water in the river is episodically acid because of sulfuric soil layers in the rivers catchment area.

Larvae and fry of spring spawning fish species in Kyrönjoki estuary were sampled with a small beach-seine and modified, shallow water gulf-samplers. Catch per unit effort was measured either by larvae / m³ sampled water (Gulf samplers) or larvae / seine tow. Water pH, temperature and river discharge were followed as well.

The most abundant species were roach, bream, perch, smelt, pike and pike-perch. In the springs when river water was more acid than normally, abundances of larvae and fry of all species were low. In the inner parts of the estuary abundances of non-tolerant species, like roach and pike-perch, were low in most of the years of the study period. Year to year differences in the acidity of river water had a clear effect on larvae and fry abundances. Temperature during spring and timing of the most acid period of spring flood affected larval abundances as well.

Keywords
Acidification, sulfuric soils, fish larvae, estuaries, River Kyrönjoki

Other information
The research is made by FGFR, Merenkurkku Fisheries Research Station

Series (key title and no.)
Publications of the Water and Environment
Administration – series A 157

ISBN
951-47-8191-0

ISSN
0786-9592

Pages
P. 5–39

Language
Finnish

Price

Confidentiality
Public

Distributed by
Painatuskeskus Oy
P.O. Box 516, SF-00101 Helsinki, Finland

Publisher
National Board of Waters and the Environment
P.O. Box 250, SF-00101 Helsinki, Finland

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	13
2	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	13
2.1	Hydrologiset olosuhteet tutkimusajanjaksona.....	13
2.2	Poikastutkimukset.....	18
2.2.1	Planktisesti esiintyvien poikasten pyydystys "Gulf"- poikaspöydäyksillä.....	18
2.2.2	Kasvillisuusvyöhykkeen poikasnuottaukset.....	20
3	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	22
3.1	Planktisesti esiintyvät poikaset.....	22
3.1.1	Poikastiheydet vuosina 1980–1990.....	22
3.1.1.1	Kuore (<i>Osmerus eperlanus</i> (L.)).....	22
3.1.1.2	Ahven (<i>Perca fluviatilis</i> L.).....	23
3.1.1.3	Kuha (<i>Stizostedion lucioperca</i> L.).....	24
3.1.1.4	Silakka (<i>Clupea harengus</i> L.).....	24
3.2	Kasvillisuusvyöhykkeen poikasnuottaukset.....	25
3.2.1	Poikastiheydet vuosina 1980 – 1990.....	25
3.2.1.1	Ahven.....	25
3.2.1.2	Lahna (<i>Abramis brama</i> L.).....	28
3.2.1.3	Särki (<i>Rutilus rutilus</i> L.).....	28
3.2.1.4	Kuore.....	30
3.2.1.5	Hauki (<i>Esox lucius</i> L.).....	30
3.2.1.6	Kuha.....	32
3.2.1.7	Muut kalat.....	33
3.2.2	Lajien väliset runsaussuhteet.....	33
3.3	Eri keräilymenetelmillä saatujen tulosten vertailu.....	34
3.4	Poikastiheydet, veden happamuus sekä hydrologiset olosuhteet Kyrönjoen suistossa.....	36
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38
	KIRJALLISUUS.....	39

1 JOHDANTO

Maa- ja metsätalousministeriö hyväksyi Kyrönjoen vesistötöiden kalataloudellisen tarkkailuohjelman kahdella lisäyksellä ja täsmennyksellä vuonna 1987 (Kirje 1653/743 MMM 1987). Toisessa mainittiin mm. kalojen poikasnäytteiden keruu aikaisemmin kertyneen tarkkailuaineiston kanssa vertailukelpoisen aineiston hankkimiseksi. Täyttääkseen tämän vaatimuksen Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri tilasi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta Kyrönjoen suistoalueen poikastuotantoalueselvityksen vuonna 1988. Tilaus kattoi kolmen vuoden selvitykset ja työ aloitettiin kesällä 1988.

Koska Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella oli näytteitä tutkimusalueelta koko 1980-luvun ajalta, katsottiin järkeväksi yhdistää kaikki kerätyt tiedot yhteen raporttiin. Kirjoittajat toivovat, että täten saadaan parempi kuva alueen poikastuotannon kehityksestä sekä valaistaan paremmin niitä ongelmia, jotka liittyvät vuosien väliseen vaihteluun poikastuotannossa ja näytteenottoon ja sen luotettavuuteen.

Selvityksiin, varsinkin näytteiden keruuseen ja näytteiden analysointiin on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vakituisen henkilökunnan ohella osallistunut useita muita. Kirjoittajat haluavat tässä kiittää kaikkia, jotka ovat osallistuneet työhön. Erityisen paljon kiitoksia Tarja Wiikille, Lauri Urholle, Mikael Hildenille ja Åbo akademien opiskelijoille, joiden työ on ollut välttämätön selvitysten tekemiselle.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Hydrologiset olosuhteet tutkimusajanjaksona

Veden laatu- ja lämpötilatiedot on koottu Vaasan vesi- ja ympäristöpiirin rekistereistä ja Vaasan vesilaitoksen rekisteristä. Veden happamuus- ja lämpötilatietoina on ensisijaisesti käytetty Tottesundissa sijaitsevan näytenäytteen (kuva 1) tietoja.

Jatkuva ja säännöllinen näytteenotto Tottesundissa aloitettiin vuonna 1983. Aikaisempina vuosina jatkuvaa säännöllistä lämpötilan seurantaa ei ollut järjestetty. Tämän takia kevään ja kesän lämpötilasta on koottu Vaasan vesilaitoksen Pilvilammen lämpötilamittaukset. Pilvilammen vuosien 1980–1982 lämpötilatiedot on aikaisemmin julkaistu Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvityksessä 1980–1982 (Hudd ym. 1984). Tässäkin selvityksessä käytettiin Pilvilammen mittauksia kuvaamaan vuosien 1980–1982 lämpötilan kehitystä. Pilvilammen ja Tottesundin lämpötilat eivät täysin vastaa toisiaan (liite 1), mutta Pilvilammen aineisto on täydellisin aineisto kuvaamaan vuosien 1980–1982 lämpötilan kehitystä.

Vuosien 1980–1990 lämpötilaa ajalla 1.5. – 1.8. on havainnollistettu kuvassa 2. Erityisen kylmänä erottuu vuosi 1985. Myös vuodet 1981 ja 1987 ovat olleet kylmiä. Lisäksi vuonna 1981 lämpötila on vaihdellut poikkeuksellisen paljon, eli lämpötila on noustuaan yli 15 asteen pudonnut useita kertoja takaisin 15 asteen alapuolelle. Lämpimiä vuosia ovat 1980, 1983 ja 1984. Tarkemmat tiedot veden lämpötilan keväisestä kehityksestä on esitetty liitteessä 1.

Kevätkutuisten kalojen poikaset kasvavat sitä nopeammin mitä lämpimämpää vesi on. Yleisesti voidaan todeta että nopeasti kasvavat poikaset selviävät hengissä paremmin, lämpiminä kesinä poikastuotanto onnistuu hyvin ja syntyy vahva vuosiluokka (Böhling ym. 1991, Karås 1987). Vuodet 1980–1990 voidaan siten kevään ja alkukesän lämpötilan perusteella luokitella seuraavasti:

1980	***
1981	*
1982	**
1983	***
1984	***
1985	*
1986	**
1987	*
1988	**
1989	**
1990	**

*** = Lämmin kesä. Veden lämpötila yli 55 vuorokautta yli 15 astetta.

** = Normaali kesä. Veden lämpötila 45–55 vrk yli 15 astetta.

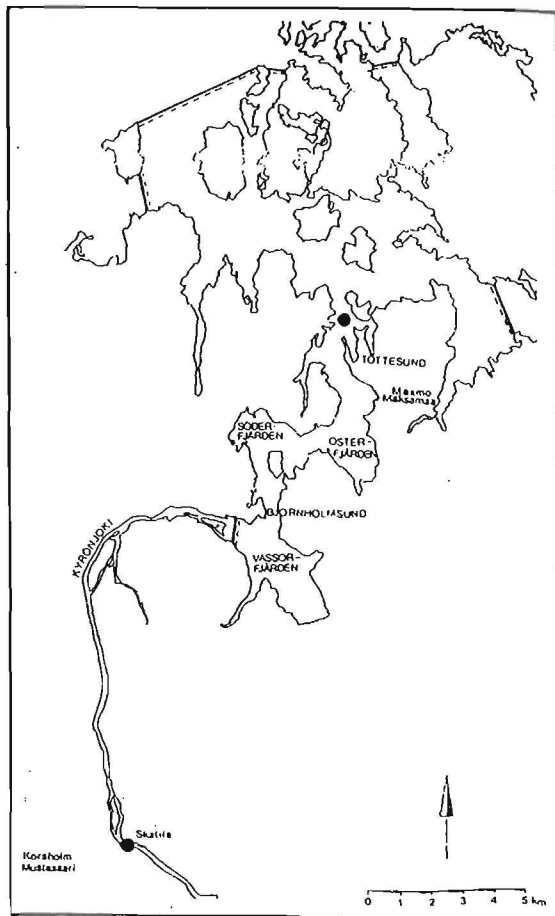
* = Kylmä kesä. Veden lämpötila alle 45 vrk yli 15 astetta.

Rajatapauksissa on lisäksi otettu huomioon äkilliset veden lämpötilan laskut ja poikkeuksellisen lämpimät jaksot (liite 1).

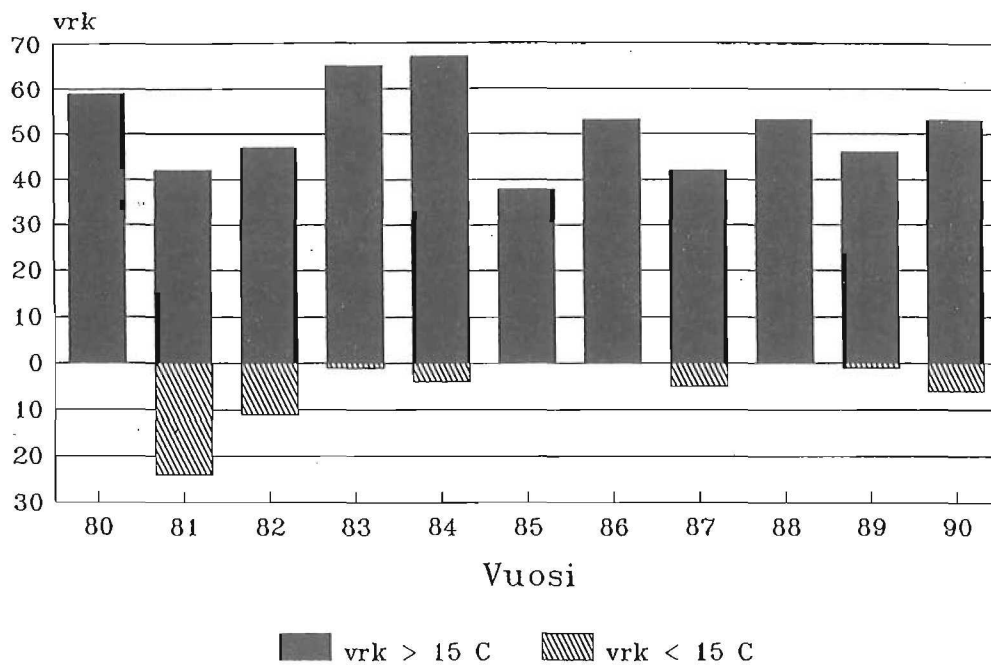
Vuodesta 1983 lähtien on käytettävissä yksityiskohtaiset tiedot veden happamuudesta Tottesundissa. Aikaisempina vuosina näytteenotto on ollut epäsäännöllisempää. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty kevään ja kesän happamat jaksot Tottesundissa vuodesta 1983 lähtien. Vuosien 1980–1982 osalta on käytetty Skatilassa mitattuja arvoja (Meriläinen 1985). Tarkemmat tiedot veden pH-arvosta Tottesundissa vuosina 1983–1990 on esitetty liitteessä 2.

Tutkimusalueen sisällä havaitaan eroja veden happamuudessa jopa tietyn lahden sisä- ja ulko-osien tai vastakkaisten rantojen välillä. Esim. Vassorinlahdella happaminta on lahden itä- ja etelärannalla. Larvbäckenistä purkautuu erittäin hapanta vettä lahden eteläosaan, ja ainakin ajoittain hapan vesi leviää selvästi lahden itärantaa pitkin. Alajuoksun ja suiston veden happamuudessa on ajoittain selvä ero (Storberg 1983, Hudd ym. 1984). Tämä johtuu siitä että jokeen laskee happamia vesiä näytteenottopisteiden välillä.

Vuosina 1983 ja 1987 on happamin jakso kestänyt pitempään ja alin mitattu pH on ollut alhaisempi kuin muina tarkastelujakson vuosina. Myös kevät 1980 on luultavasti ollut Tottesundissa erittäin hapan, koska Skatilassakin pH on ollut alle viiden kaksi viikkoa. Vuosina 1982 ja 1989 ei ole kertaakaan mitattu pH-arvoa alle 5, ja keväällä 1990 alin mitattu pH kevätkutuisten kalojen kutu- ja poikasvaiheen aikana on ollut 4,9. Vuosina 1984–1986 ja vuonna 1988 happamien ajanjaksojen kesto on 1,5–2 viikkoa ja alin mitattu pH selvästi alle viiden. Vuonna 1988 happamin jakso oli kuitenkin jo huhtikuussa. Vuosina 1984–1986 happamimmat ajanjaksot olivat vasta toukokuussa.



Kuva 1. Tutkimusalue ja Tottesundin ja Skatilan vesinäytteiden ottopisteet.



Kuva 2. Veden lämpötila ajalla 1.5.–1.8. Musta pylväs kuvaa ajanjaksoa, jonka alussa veden lämpötila on ensimmäisen kerran noussut yli 15 asteen. Vaalea pylväs kuvaa niiden vuorokausien lukumäärää, jolloin veden lämpötila on pudonnut alle 15 asteen noustuaan ensin sen yläpuolelle. Vuosien 1980–1982 lämpötilat ovat Pilvilammesta ja vuosien 1983–1990 lämpötilat Tottesundin näytepisteestä.

Taulukko 1. Keväiset happaman veden jaksot (pH alle 5,0) Tottesundissa (1983–1990) ja Skatilassa (1980–1982, Meriläinen 1985). Skatilan ja Tottesundin välillä veden pH laskee 0,2–0,3 pH-yksikköä (Storberg 1983).

vuosi	viikkoa	ajanjakso	pH-alue	Q m ³ /s
1980	2	5.5.–19.5.	4,8–4,9	31–70
1981	alle 1			
1982	0	–		
1983	3	24.4.–15.5.	4,3–4,9	45–109
1984	1,5	6.5.–16.5.	4,7–4,9	53–199
1985	1,5	19.5.–29.5.	4,6–4,9	52–77
1986	1	9.4.–13.4.	4,6–4,9	56–70
	1	18.5.–25.5.	4,6–4,8	56–90
1987	2	17.5.–31.5.	4,8–4,9	33–97
	1,5	7.6.–17.6.	4,5–4,8	60–102
1988	1,5	13.4.–24.4.	4,6–4,9	140–200
	0,5	1.5.–4.5.	4,7–5,0	316–392
1989	0	–		
1990	0	4.4.	4,7	83
	1	18.4.–25.4.	4,9–5,0	100–170
	1,5	2.5.–13.5.	4,9–5,0	12,5–48

Taulukko 2. Keväiset happaman veden jaksot (pH alle 5,5) Tottesundissa vuosina 1983–1990.

vuosi	viikkoa	ajanjakso	pH-alue	Q m ³ /s
1983	6	17.4–29.5	4,7–5,2	25–109
1984	5	23.4–27.5	4,7–5,2	15–447
1985	7	8.5–26.6	4,6–5,4	10–388
1986	7	9.4–28.5	4,6–5,1	56–90
	0	4.6	5,5	31
1987	0	26.4	5,4	112
	0	3.5	5,4	121
	7	10.5–1.7	4,5–5,3	21–120
1988	4,5	10.4–11.5	4,6–5,5	125–392
	1,5	16.5–25.5	5,0–5,1	60–125
	1	8.6–12.6	5,3–5,5	172–214
1989	1	5.4–9.4	5,3–5,4	85–87
	1	16.4–23.4	5,2–5,5	26–148
1990	6	1.4–13.5	4,7–5,5	12,5–170
	0,5	20.5–23.5	5,4–5,5	7,4–11

Vuodet 1980–1990 voidaan taulukkojen 1 ja 2 perusteella luokitella seuraavasti:

1980	*
1981	**
1982	***
1983	*
1984	**
1985	**
1986	**
1987	*
1988	**
1989	***
1990	***

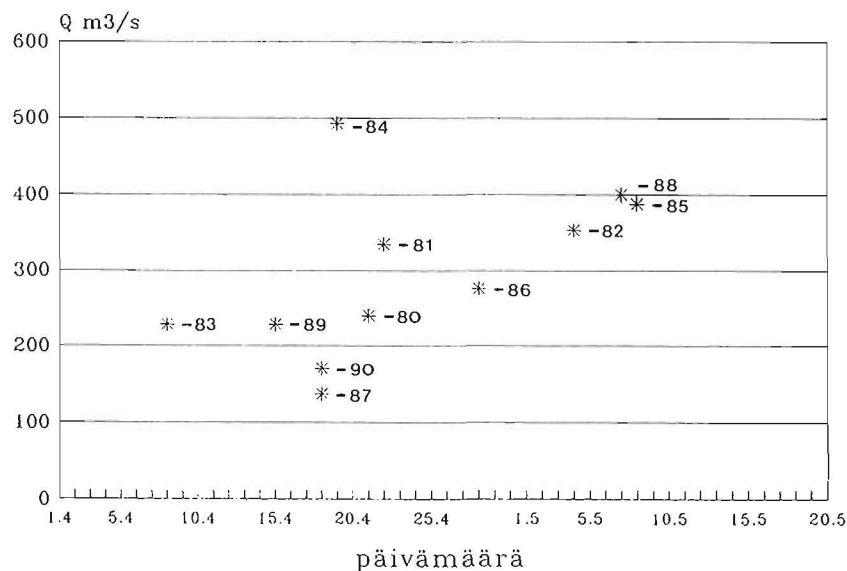
*** = pH:n kannalta hyvä kesä, alin pH kevätkutuisten kalojen kutu- ja poikasvaiheen aikana 4,9 tai suurempi.

** = keskinertainen vuosi, alin pH 4,6–4,9. pH alle viiden enintään kahden viikon ajan.

* = huono vuosi. Alin pH 4,5 tai vähemmän. pH alle viiden kalojen kutu- ja poikastuotantoaikana kolmen viikon ajan tai kauemmin.

Luokittelussa on lisäksi otettu huomioon pH-minimin ajoittuminen suhteessa kalojen kutu- ja poikasvaiheen ajoittumiseen, virtaamat pH-minimin aikana ja veden lämpötila pH-minimin aikana (liite 2). Vuosia 1980–1982 luokiteltaessa on jouduttu arvioimaan Skatilan ja Tottesundin välinen ero veden happamuudessa.

Suistoalueelle tulevan jokiveden määrää on kuvattu Skatilasta mitatulla virtaamalla (Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri julkaisematon). Veden virtaama Skatilan ja varsinaisen suistoalueen välillä ei enää sanottavasti muutu. Virtaaman suuruus on tärkeä muuttuja koska se määrää kuinka laajalle jokiveden vaikutus suistossa ulottuu. Kuvassa 3 on esitetty kevään tulvahuipun ajoittuminen ja maksimivirtaamat Skatilassa vuosina 1980–1990. Tarkemmat tiedot keväisistä virtaamista on liitteessä 2.



Kuva 3. Kevättulvahuipun ajoittuminen ja maksimivirtaamat Skatilassa v. 1980–1990.

2.2 Poikastutkimukset

2.2.1 Planktisesti esiintyvien poikasten pyydystys " gulf " – poikaspyydyksillä

Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvityksen yhteydessä 1980-luvun alussa kehitettiin erityisesti matalilla alueilla kvantitatiiviseen poikaspyyntiin soveltuva poikaspyydys "Gulf Olympia". Sen poikasia pyydystävä osa on samanlainen kuin yleisesti merialueella esim. silakanpoikastutkimuksissa käytettävä Gulf V-poikaspyydys (Nellen ja Hempel 1969, Sjöblom ja Parmanne 1978). Pyydys kiinnitetään veneeseen kiinteällä telineellä siten, että pyyntisyvyyttä voidaan säätää 0–1,5 metrin välillä. Näytteenoton aikana ajettiin 3–4 solmun nopeudella, ja pyydys pidettiin 1 metrin syvyydellä. (Hudd ym. 1984).

Gulf poikaspyydyksillä kerättiin poikasia vuosina 1980–1985 ja 1988–1990. Vuosina 1980–1981 käytettiin kuitenkin ainoastaan Gulf V -pyydystä. Vuosien 1980 ja 1981 tiedot on julkaistu Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvityksessä 1980–1982 (Hudd ym. 1984)

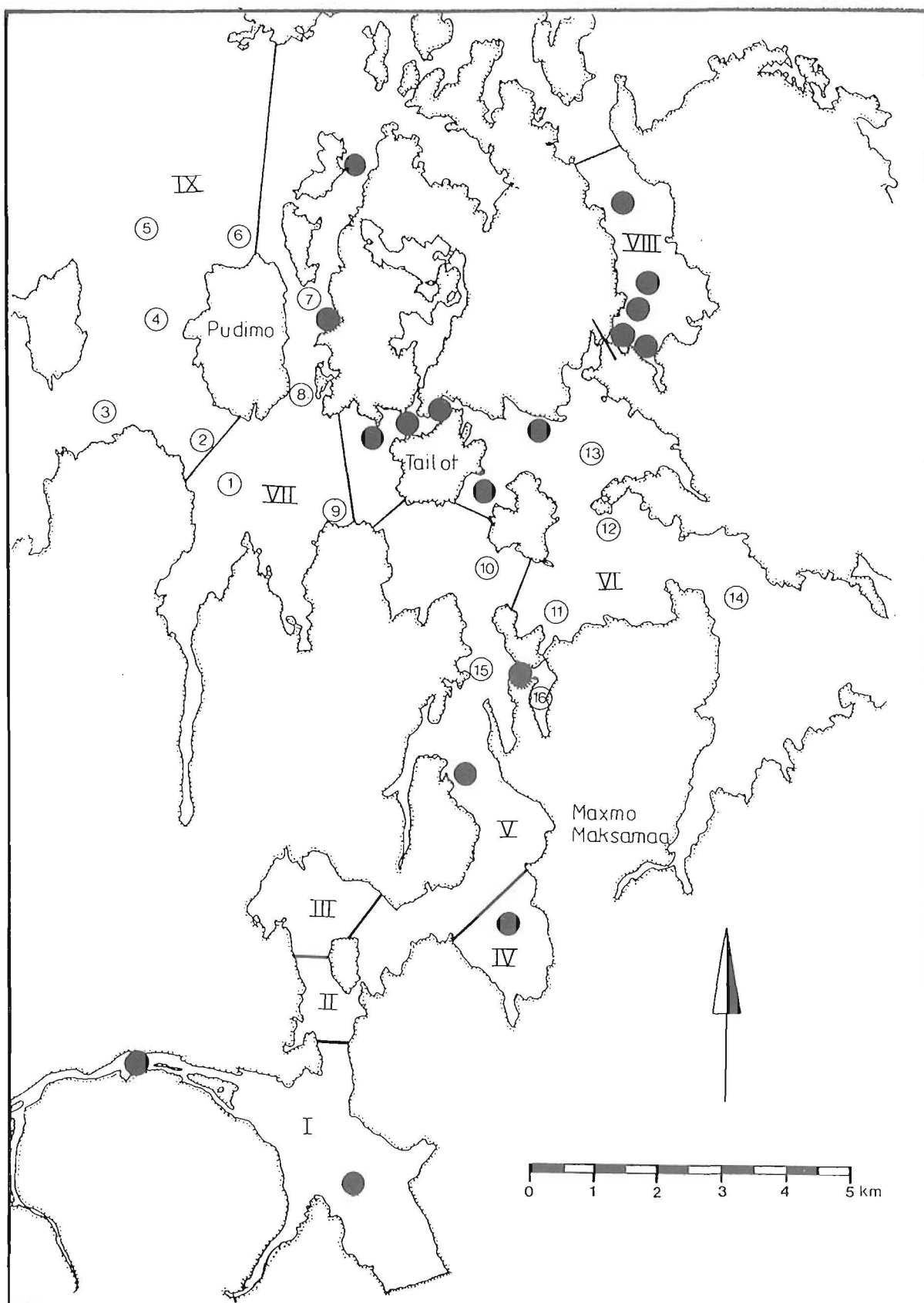
Näytepisteet Gulf V- pyydyksellä olivat vuosina 1980 ja 1981 eri paikoissa kuin Gulf Olympialla vuosina 1982–1985 ja 1988–1990. Vakioidut näytteenottopaikat vuodesta 1982 lähtien on esitetty kuvassa 4. Samassa kuvassa on esitetty aluejako, jolla koko tutkimusjakson gulfautiedot on yhdistetty alueittain.

Gulfauksia Kyrönjoen suistoalueella tehtiin tutkimusajanjaksona seuraavasti:

Vuosi	gulfauksia kpl
1980	15
1981	17
1982	52
1983	58
1984	150
1985	27
1986	0
1987	0
1988	137
1989	87
1990	99

Gulf poikaspyydyksillä kerätyt poikaset säilöttiin n. 4 % formaliniliuokseen tai denaturoituun n. 70 % etanoliin. Poikasten määrittäminen, mittaus ja laskenta tehtiin laboratoriossa. Poikastiheydet on laskettu yksilöinä/kuutiometri vettä. Poikaspyydyksen keräämä vesimäärä on laskettu pyydykseen kiinnitetyn virtausmittarin lukeman ja Gulfin suuaukon halkaisijan perusteella.

Kuoreenpoikasten tiheyttä määritettäessä on tiheydet laskettu alle 7 mm:n pituisten poikasten lukumäärän perusteella. Alle 7-milliset poikaset ovat aikaisempien tutkimusten perusteella vielä kvantitatiivisesti pyydyttävissä Gulf-poikaspyydyksellä (Hudd ja Urho 1985). Muiden lajien poikasista ei vastaavaa tietoa ollut käytettävissä, joten niiden tiheyksiä määritettäessä otettiin mukaan kaikki saadut poikaset.



Kuva 4. Kyrönjoen suistovyöhykkeen vakioitunut Gulf-näytepisteet vuosina 1980–1990 numeroituina ympyröinä ja ylimääräiset pisteet mustina ympyröinä sekä tutkimusalueen jako osa-alueisiin.

2.2.2 Kasvillisuusvyöhykkeen poikasnuottaukset

Poikasnuottaa käytettiin poikastutkimuksissa koko 1980-luvun ajan. Vuodesta 1981 alkaen käytettiin samaa nuottaa (taulukko 3). Vuosien 1980–1982 poikasnuottauksien perusteella vakioitiin 26 näytteenottopistettä (kuva 5), joita käytettiin näytteenotossa vuodesta 1983 alkaen. Kuvasta 5 näkyy myös tutkimusalueen jako osa-alueisiin ja osa-alueiden numerointi. Aluejako perustuu vuosien 1980–1982 tuloksiin. 1980-luvun alkuvuosina nuottauspaikat eivät olleet aivan samoja kuin myöhemmät, vakioidut paikat. Ne sijaitsivat kuitenkin selkeästi tietyllä osa-alueella ja siten poikasmäärien vaihteluja sekä alueiden sisällä että niiden välillä tarkastellaan koko tutkimusajan-jaksona 1980–1990.

Taulukko 3. Käytössä olleiden nuottien mitat.

veto- vuosi	siiven pituus	perän pituus	perän syvyys	siiven solmuväli	perän solmuväli
1980	9 m	2,5 m	1,2 m	5 mm	1 mm
1981–1990	9 m	3,5	2,5	5 mm	1 mm

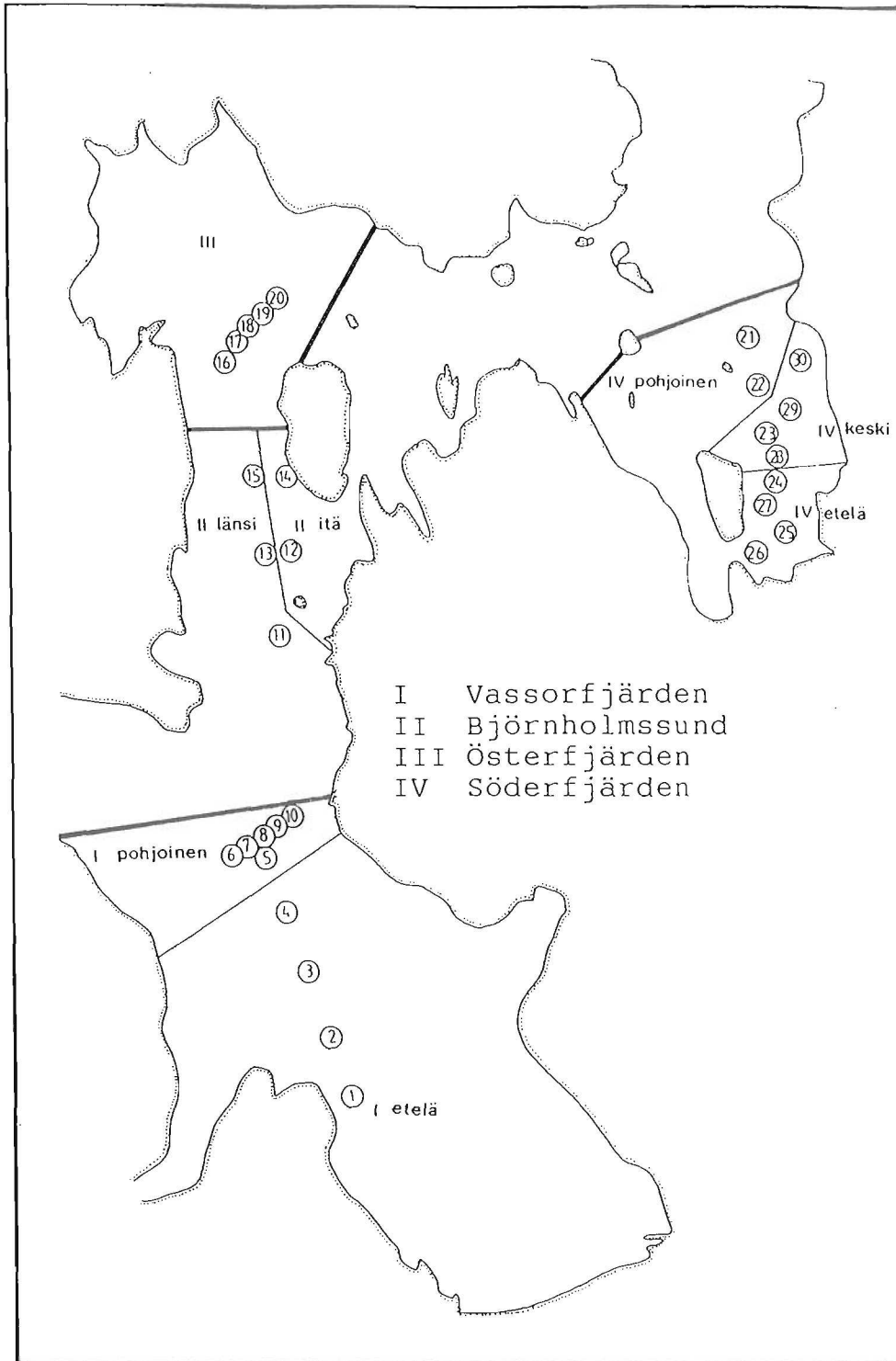
Nuottausten vetonopeudet ja nuottausalat on pyrittiin pitämään vakioina. Nuotanvedon leveys määräytyy käytetyn veneen pituudesta (Work Buster, n. 4m) ja pituus vetoköysien pituudesta (20–22 m) sekä kasvillisuudesta. Nuotan vetonopeus on ollut 0,1–0,2 m/s. Jokaisen vedon yhteydessä tehtiin muistiinpanoja paikan syvyydestä, kasvillisuudesta ja sen peittävyyydestä. Sen lisäksi pidettiin kirjaa vedon onnistumisesta. Epäonnistumisia aiheuttivat joskus esim. puunoksat tai tukit. Vakioiduilla näyttepisteillä veden syvyys on 0,7–1,1 m.

Nuottauksia Kyrönjoen suistoalueella tehtiin tutkimusjakson aikana seuraavasti:

Vuosi	nuottauksia kpl
1980	178
1981	286
1982	135
1983	180
1984	76
1985	120
1986	151
1987	66
1988	117
1989	124
1990	89

Nuottaukset on tehty kesäkuun lopun – elokuun puolivälin välisenä aikana. Vuosien 1980–1982 tutkimusten perusteella litoraalisissa esiintyvät kalanpoikaset ovat kokonsa ja käyttäytymisensä puolesta tuolloin parhaiten nuotalla kerättävissä.

Poikaset säilöttiin denaturoituun alkoholiin. Lajin määrittäminen, laskenta ja punnitseminen tehtiin laboratoriossa. Poikasten määrä ilmoitetaan yksilöinä/nuotanveto. Ainoastaan teknisesti onnistuneet nuotanvedot on otettu mukaan aineiston käsittelyyn.



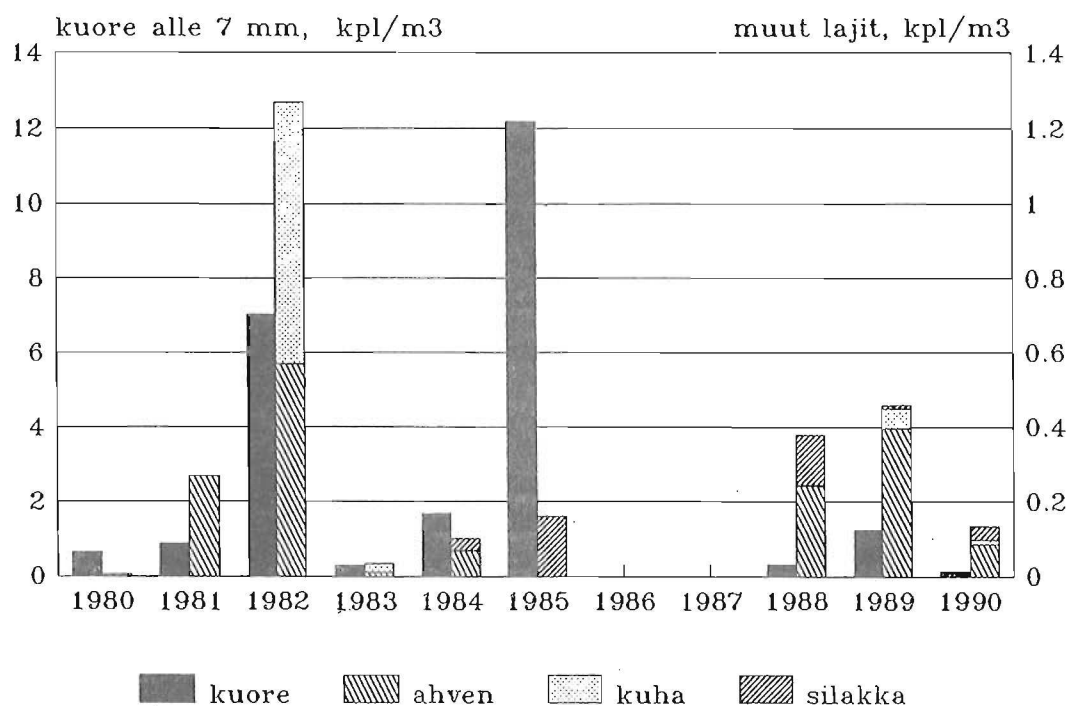
Kuva 5. Vakioidut poikasnuottauspisteet (1–30) ja Kyrönjoen suiston nuottausalueen jako osa-alueisiin vuosina 1980–1990.

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

3.1 Planktisesti esiintyvät poikaset

3.1.1 Poikastiheydet vuosina 1980–1990

Kuvassa 6 esitetään yleiskuva planktisesti esiintyvien poikasten tiheydestä gulfausten perusteella. Sekä kuoreen, ahvenen että kuhan poikasia oli paljon vuonna 1982. Kuoreen poikasia oli runsaasti myös vuonna 1985 ja ahvenen poikasia vuosina 1981, 1988 ja 1989. Vuosina 1983 ja 1984 saatiin kaikkien lajien poikasia vain vähän. Vuonna 1985 kuhan ja ahvenen poikasia saatiin erittäin vähän. Silakan poikasia saatiin vuosina 1984–1985 ja 1988–1990.



Kuva 6. Gulfauksissa havaitut poikastiheydet Kyrönjoen suistovyöhykkeessä 1980–1990. Vuosina 1986 ja 1987 ei gulfattu.

3.1.1.1 Kuore (*Osmerus eperlanus* (L.))

7 mm pituisten tai pienempien kuoreenpoikasten tiheys on vaihdellut tutkimusjakson aikana miltei nolasta noin kymmeneen poikaseen kuutiometriä kohti. Poikastiheydet eri osa-alueilla esitetään taulukossa 4. Tutkimusaineistosta erottuu erityisen selvästi vuosi 1985, jolloin poikasten tiheys oli suurimmillaan ja toisaalta vuodet 1988 ja 1983, jolloin poikasia tavattiin vain satunnaisesti. Selväsuentaista kehitystä kuoreen poikasten esiintymisessä ei ole havaittavissa, mikä voi osittain johtua siitä, että aineistoa ei ole kerätty kaikilta tutkimusjakson vuosilta.

Suurimmat poikastiheydet havaittiin useimpina vuosina suistoalueen suojaisessa saaristossa (alueet I–VI ja VIII). Vuonna 1985 kuoreen poikasia oli runsaasti kaikilla

tutkituilla alueilla. Vuonna 1988, jolloin poikasia saatiin erittäin vähän, suurimmat poikastiheydet havaittiin tutkimusalueen uloimmissa osissa. Muilla alueilla poikasia oli vuonna 1988 hyvin vähän tai ei lainkaan.

Taulukko 4. Alle 7 mm:n pituisten kuoreen poikasten tiheydet (yksilöä/m³) eri osa-alueilla sekä pH- ja lämpötilaluokittelut (T) Tottesundista otettujen vesinäytteiden perusteella vuosina 1980–1985 ja 1988–1990. Tarkemmat tiedot pH:sta ovat taulukoissa 1–2 ja liitteessä 3, tarkemmat tiedot lämpötilasta ovat kuvassa 2 ja liitteessä 2.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	**	**

osa-alue									
I–V	0,56	0,60	–	0,49	1,75	–	0,02	4,10	–
VI	0,60	0,22	0,25	0,37	2,45	9,96	0,81	0,36	0,19
VII	1,14	0,20	1,31	0,24	0,58	12,60	0,27	0,14	0,19
VIII	0,28	2,50	26,50	0,04	2,66	14,00	0	1,27	–
IX	–	–	0,11	0,36	0,90	–	0,44	0,31	0,02

Veden lämpötilaluokittelu (T):

- *** = lämmin vuosi
- ** = normaali vuosi
- * = kylmä vuosi

pH – luokittelu:

- *** = lievästi hapan vuosi
- ** = hapan vuosi
- * = erittäin hapan vuosi

0 = ei poikasia.

– = kyseiseltä alueelta ei ole näytteenottoa ko. vuonna.

Vuoden 1982 luvuissa on mukana myös yli 7 mm:n pituiset kuoreen poikaset.

3.1.1.2 Ahven (*Perca fluviatilis* L.)

Gulf-poikaspyydyksellä saatujen ahvenenpoikasten määrä oli vuosina 1981 ja 1982 sekä 1988 ja 1989 selvästi suurempi kuin vuosina 1983–1985. Vuonna 1990 poikastiheys jälleen laski kahden aikaisemman vuoden tasosta. Vuosina 1980 ja 1985 ei gulfpyydyksillä saatu yhtään ahvenenpoikasta (taulukko 5).

Vuosina 1981–1982 ja 1988–1990 gulf-pyydyksillä löytyi ahvenen poikasia laajemmalta alueelta suistovyöhykkeen saaristossa kuin vuosina 1983–1985. Vuosina 1983–1984 saatiin ahvenenpoikasia vain alueilta VI ja I–V; vuosikymmenen alussa ja lopussa poikasia on saatu edellisten lisäksi myös alueilta VII ja VIII.

3.1.1.3 Kuha (*Stizostedion lucioperca* L.)

Kuhan poikasia oli gulfsaaliissa koko tarkastelujakson aikana vähän. Tarkastelujakson loppupuolella kuhan poikasia saatiin laajemmalla alueella kuin jakson alussa (taulukko 6).

Taulukko 5. Ahvenen poikasten tiheydet (yksilöä/m³) eri osa-alueilla vuosina 1980–1985 ja 1988–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 4.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	**	**
osa-alue									
I–V	0	0,43	–	0,02	0,31	0	0,80	1,00	0,27
VI	0	0,35	0,50	0,03	0,03	0	0,12	0,14	0,06
VII	–	0	1,10	0	0	0	0,07	0,04	0,01
VIII	0	0,30	0,69	0	0	0	0,20	0,80	–
IX	0	–	0	0	0	0	0,01	0	0

Taulukko 6. Kuhan poikasten tiheydet (yksilöä/m³) eri osa-alueilla vuosina 1980–1985 ja 1988–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 4.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	**	**
osa-alue									
I–V	0,02	0	3,5	0,06	0	0	0,01	0,06	0,05
VI	0	0	–	0	0	0	0,01	0,01	0
VII	0	0	–	0	0	0	0	0,02	0
VIII	0	0	–	0,06	0	0	0	0,18	–
IX	–	–	–	0	0	0	0	0	0

3.1.1.4 Silakka (*Clupea harengus* L.)

Silakan poikasia esiintyi eniten tutkimusalueen uloimmissa osissa, alueilla IX ja VII. Poikasia saatiin vuosina 1984–1985 ja 1988–1990 (taulukko 7). Tutkimusjakson loppupuolella silakan poikasia tavattiin myös tutkimusalueen sisemmistä osista, joskin poikastiheydet olivat erittäin alhaisia.

Taulukko 7. Silakan poikasten tiheydet (yksilöä/m³) eri osa-alueilla vuosina 1980–1985 ja 1988–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 4.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	**	**

osa-alue									
I–V	0	0	–	0	0	0	0	0,01	0,02
VI	0	0	–	0	0,16	0	0	0,01	0,01
VII	0	0	x	0	0	0	0,04	0,03	0,01
VIII	0	0	–	0	0	0	0	0	0
IX	–	–	x	0	0	0,80	0,63	0	0,14

x) Alueilta IX ja VII saatiin vuonna 1982 joitakin silakanpoikasia. Pyyntipaikat eivät olleet samat kuin myöhempinä vuosina.

3.2 Kasvillisuusvyöhykkeen poikasnuottaukset

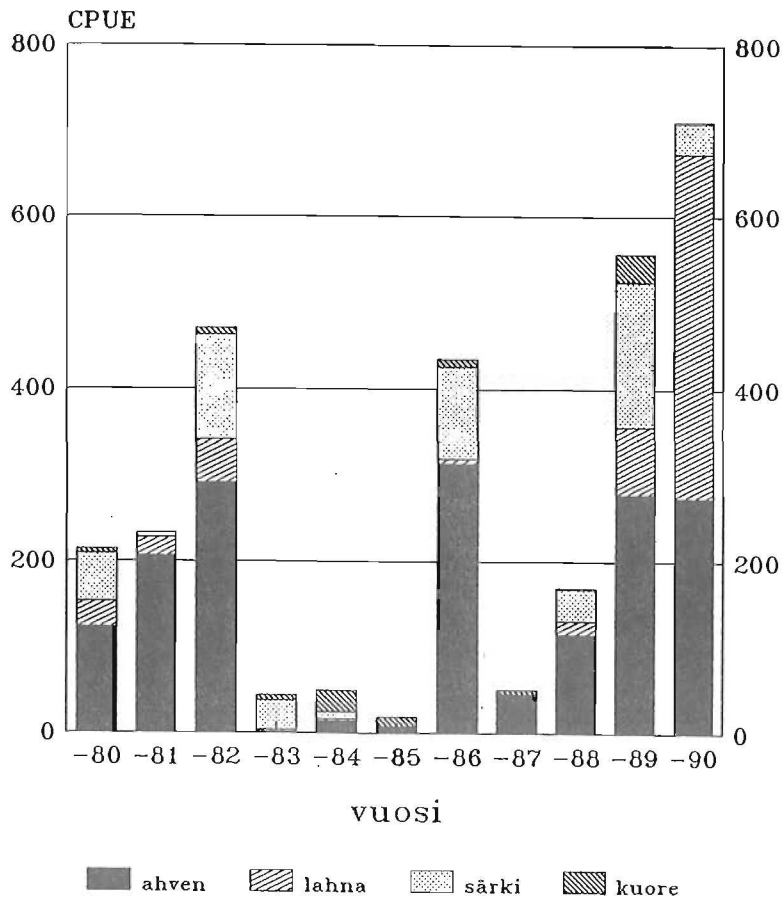
3.2.1 Poikastiheydet vuosina 1980–1990

Yleiskuva poikasten lukumäärästä/nuotanveto on esitetty kuvissa 7 ja 8. Runsaslukuisimpia nuottauksissa olivat ahvenen, särjen ja lahnan poikaset. Näiden kolmen lajin yksikkösaaliit vaihtelevat yhdenmukaisesti. Hyviä vuosia olivat 1982, –86, –89 ja –90. Huonoja vuosia olivat 1983–1985 ja 1987. Kuoreen poikasten runsaudenvaihtelut poikkeavat selvästi ahvenesta, lahasta ja särjestä. Kuoreen yksikkösaaliit olivat korkeimmillaan vuonna 1989.

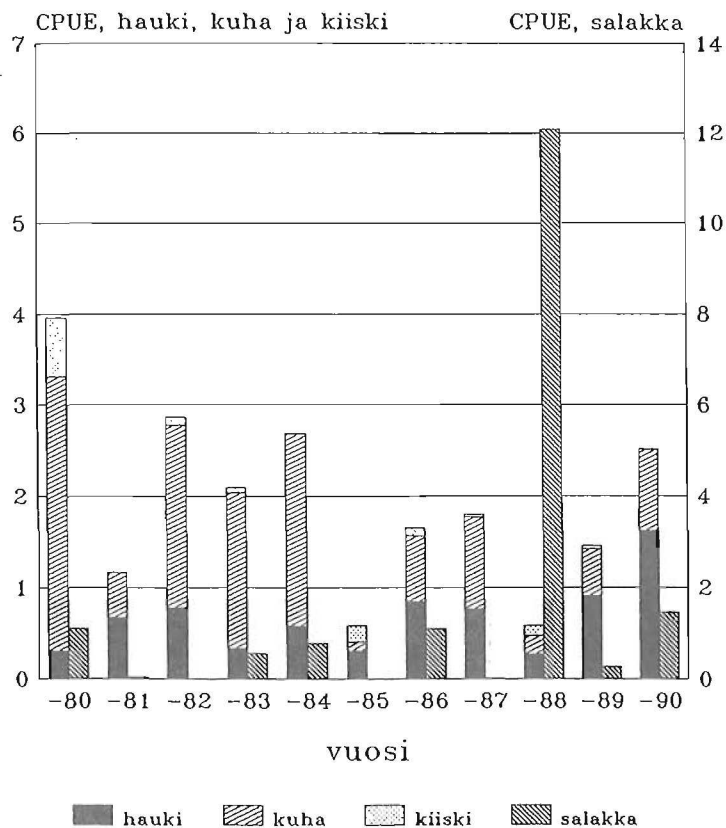
Hauen, kuhan, kiisken ja salakan yksikkösaaliit ovat olleet huomattavasti alhaisemmat kuin ahvenen, lahnan ja särjen. Hauen poikasten yksikkösaaliit vaihtelevat vähemmän kuin muiden lajien. Eniten hauen poikasia saatiin vuonna 1990. Kuhan poikasia saatiin eniten vuosina 1980 ja 1982–1984. Kuhanpoikasten yksikkösaaliit olivat pienimmillään vuosina 1985 ja 1988. Kiisken ja salakan poikasia saatiin koko tutkimusjakson aikana vähän, ainoastaan vuonna 1988 saatiin salakan poikasia silmiinpistävän paljon.

3.2.1.1 Ahven

Ahven oli nuottasaaliin yleisimpiä lajeja. Koko aluetta tarkastellessa ahvenen poikasia oli varsin runsaasti vuoteen 1982 asti. Vuonna 1983 poikasten määrä romahti, ja pysyi lähes nollassa vuodet 1983–85. Vuonna 1986 poikasia oli jälleen paljon, mutta vuonna 1987 vähän. Vuoden 1987 jälkeen tiheys nousi, ja vuosina 1989–90 poikasten lukumäärä on ollut suunnilleen sama kuin parhaina tutkimusjakson aikana havaittuina vuosina (kuva 7).



Kuva 7. Ahvenen, lahnan, särjen ja kuoreen poikasten keskimääräinen tiheys (lukumäärä/nuotanveto, CPUE) Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990.



Kuva 8. Hauen, kuhan, kiisken ja salakan poikasten keskimääräinen tiheys (lukumäärä/nuotanveto, CPUE) Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990.

Vassorfjärden (osa-alue I) on poikastuotannon onnistuessa kokonaisuudessaan ahvenelle hyvin sopivaa poikastuotantoaluetta. Hyvinä vuosina poikasten määrät nuotantvetoa kohti ovat siellä selvästi paremmat kuin Kyrönjoen suistossa keskimäärin. Vassorfjärdenin pohjoisosassa ahvenen poikastuotanto vaihteli samalla tavalla kuin edellä on koko aluetta koskien selostettu. Vassorfjärdenin eteläosassa oli kuitenkin miltei koko tutkimusjakson ajan vähän poikasia. Vasta vuosina 1989 ja 1990 poikastuotanto nousi korkeaksi. Vuonna 1990 ahventen poikasia saatiin nuotantvetoa kohti Vassorfjärdenin eteläosasta enemmän kuin miltään muulta alueelta. (Taulukko 8).

Björnholmssundissa (osa-alue II) ahvenen poikastiheydet vaihtelivat samalla tavoin kuin muullakin tutkimusalueella, eli huonoja vuosia olivat 1983–85 ja 1987. Poikastiheydet kuitenkin pienenivät aikaisemmin kuin muilla alueilla eli jo vuonna 1982. Vuodet 1980–81, 1986 ja 1989–90 olivat hyviä poikastuotantovuosia. Alueen itäosissa ahvenen poikastuotanto ei kuitenkaan ole noussut 80-luvun alkupuolen tasolle.

Österfjärdenissä (osa-alue III) ahvenen poikastiheydet vaihtelevat lähes samalla tavalla kuin Björnholmssundissa. Vuosi 1986 ei kuitenkaan ollut Österfjärdenissä niin hyvä kuin muilla alueilla. Vuodesta 1989 vuoteen 1990 poikastiheys on laskenut, mutta vuoden 1990 poikastiheyksiä voidaan pitää korkeana.

Söderfjärdenissä (osa-alue IV) ahvenen poikastiheydet nousivat vuodesta 1980 vuoteen 1982 ja romahtivat vuonna 1983 kuten muillakin alueilla. Vuoden 1982 jälkeen suuria poikastiheyksiä havaittiin vasta vuonna 1986. Vuonna 1987 poikastiheydet romahtivat jälleen ja nousivat vuosina 1988 ja 1989. Vuonna 1990 poikasia oli vähemmän kuin vuonna 1989, mutta koko ajanjaksoa tarkastellen runsaasti.

Taulukko 8. Ahvenen poikastiheydet (kpl/nuotantveto) eri osa-alueilla vuosina 1980–1990. pH ja lämpötila (T) esitetään kuten taulukossa 4.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	*	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	*	**	**	**

osa-alue

I	49	68	147	4	4	10	318	44	159	219	405
I P	101	94	223	4	6	16	443	64	227	235	225
I E	14	0	21	3	0	0	130	1	56	194	661
II	619	770	51	3	11	9	571	113	208	221	437
II L	264	157	14	3	15	13	488	113	208	210	588
II I	1093	945	72	2	2	2	698	32	50	238	210
III	41	192	248	0	13	19	311	24	89	354	162
IV	37	171	512	0	29	1	188	11	36	355	121
IV P	10	39	162	0	65	2	293	2	17	950	205
IV K	40	133	582	0	17	2	178	15	52	140	64
IV E	40	316	677	0	3	1	147	11	29	271	142

Osa-alueet: P = pohjois-, E = etelä-, I=itä-, L=länsi- ja K=keskiosa.

3.2.1.2 Lahna (*Abramis brama* L.)

Vuosina 1980–1982 lahnan poikasia esiintyi nuottasaaliissa yleisesti. Vuonna 1983 poikasten määrä romahti ja pysyi lähellä nollaa aina vuoteen 1988 asti. Lahnan poikasia saatiin hyvin vähän vuonna 1986, jolloin ahvenen ja särjen poikasia esiintyi runsaasti. Vuodesta 1988 lähtien lahnan poikasten määrä nuottasaaliissa kasvoi nopeasti. Vuonna 1990 lahna oli selvästi yleisin laji poikasnuottauksissa, ja saalis/nuotanveto oli noin kymmenkertainen verrattuna 1980-luvun alun parempiin poikas-tuotantovuosiin. (Kuva 7).

Vassorfjärdenissä (osa-alue I) tavattiin lahnan poikasia lähinnä alueen pohjoisosassa. Siellä poikasia oli merkittävästi vuonna 1982, sen jälkeen poikasia on ollut vain satunnaisesti kunnes vuosina 1989 ja 1990 poikastiheys kasvoi todella nopeasti. Vassorfjärdenin eteläosassa lahnan poikasia on koko tarkastelujakson aikana tavattu todella vähän. Vasta vuonna 1990 on poikastiheydessä havaittavissa pientä nousua.

Björnholmssundissa (osa-alue II) ja varsinkin sen länsiosissa lahnan poikasia tavattiin nuottasaaliissa 1981–82 kohtalaisesti tai paljon. Vuodesta 1983 vuoteen 1989 asti niiden esiintyminen oli satunnaista. Vuosina 1989 ja 1990 poikastiheys kasvoi niin alueen itä- kuin länsiosissakin. Vuonna 1990 poikasia oli nuotanvetoa kohti jo enemmän kuin 1981, joka oli tarkastelujakson paras aikaisempi vuosi.

Österfjärdenistä (osa-alue III) saatiin lahnan poikasia hyvin vähän aina 1980-luvun lopulle saakka. Poikasten esiintyminen oli lähinnä satunnaista vuosina 1980–1987, vaikka vuonna 1982 poikasia oli hieman enemmän kuin muina jakson vuosina. Vuosina 1988–1990 poikasten määrä nuottasaaliissa kasvoi todella nopeasti.

Söderfjärdenissä (osa-alue IV) oli lahnan poikastuotantoa jonkin verran 1980-luvun keskivaiheen huonoinakin vuosina. Vuosina 1983, –85 ja –87 poikastiheys oli kuitenkin sielläkin nolla. Erityisesti Söderfjärdenin eteläosa on pystynyt tuottamaan lahnan poikasia silloinkin, kun olosuhteet ovat huonot.

3.2.1.3 Särki (*Rutilus rutilus* L.)

Särjen poikasia oli koko tutkimusaluetta tarkastellessa kohtalaisesti tai hyvin vuosina 1980, 1982, 1986 ja 1989–90. Vuosina 1981, 1984–1985 ja 1987 särjenpoikasia oli vähän. Vuodesta 1988 vuoteen 1989 poikastiheys kasvoi nopeasti, vuonna 1990 tiheys laski, mutta pysyi kuitenkin kohtalaisena. (Kuva 7).

Vassorfjärdenin (osa-alue I) pohjoisosassa särjen poikasia oli vuotta 1980 lukuunottamatta koko tarkastelujakson ajan enemmän kuin eteläosassa. Pohjoisosassa poikastiheys oli lähellä nollaa vain vuosina 1985 ja 1987, eteläosassa myös vuosina 1981, 1984 ja 1988. Vassorfjärdenin eteläosassa särjen poikastiheys ei noussut edes vuosina 1988–1990 kuin hieman nollan yläpuolelle (taulukko 10).

Björnholmssundissa (osa-alue II) särjen poikasia tavattiin alueen länsiosasta useam-pina vuosina kuin itäosasta. Hyviä tai kohtalaisia vuosia itäosassa olivat vuodet 1982, 1986 ja 1989–1990. Länsiosassa oli lisäksi vuosina 1981, 1983 ja 1988 särjen poikasia hyvin tai kohtalaisesti.

Taulukko 9. Lahnan poikastiheydet eri osa-alueilla vuosina 1980–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 8.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	*	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	*	**	**	**
osa-alue											
I	1	1	170	2	0	0	1	0	2	48	233
I P	0	2	272	3	1	0	2	0	3	79	384
I E	2	0	1	1	0	0	0	0	2	2	19
II	1	187	61	6	0	0	0	0	8	164	831
II L	1	823	104	9	0	0	1	0	8	176	1023
II I	0	5	36	2	0	0	0	0	2	147	542
III	2	0	4	2	2	0	0	2	11	141	583
IV	73	7	11	1	7	0	15	0	37	43	280
IV P	0	0	21	0	28	0	0	0	14	0	378
IV K	34	0	0	0	1	0	0	0	16	16	292
IV E	50	23	13	2	28	0	38	0	72	90	212

Taulukko 10. Särjen poikastiheydet eri osa-alueilla vuosina 1980–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 8.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	*	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	*	**	**	**
osa-alue											
I	73	8	60	46	23	0	175	0	26	69	20
I P	23	13	86	37	31	0	266	0	44	106	29
I E	107	0	18	37	0	0	39	0	0	13	8
II	14	37	192	112	3	0	139	0	71	260	94
II L	25	152	134	175	5	0	159	0	93	199	105
II I	0	4	226	19	0	0	109	0	39	352	78
III	62	1	2	0	1	0	58	0	61	628	44
IV	58	1	174	0	0	0	47	0	18	5	20
IV P	1	0	244	0	0	0	7	0	25	3	60
IV K	78	0	22	0	0	0	25	0	19	7	8
IV E	26	1	244	0	0	0	89	0	14	4	12

Österfjärdenissä (osa-alue III) särjen poikasia tavattiin jonkin verran vuonna 1980. Sen jälkeen poikasten määrä nuottasaaliissa oli erittäin alhainen, kunnes vuonna 1986 poikasia oli jälleen hieman runsaammin. Vuonna 1987 poikastiheys oli lähes nolla, vuosina 1988 ja 1989 se nousi nopeasti ja tipahti jälleen vuonna 1990, jäädessä kuitenkin

kin selvästi nollan yläpuolelle.

Söderfjärdenissä (osa-alue IV) tavattiin särjen poikasia runsaasti ainoastaan vuonna 1982. Lisäksi poikasia oli jonkin verran vuosina 1986, 1988 ja 1990. Söderfjärdenin eri osissa särjen poikasten runsaus vaihteli hieman eri tavoin, pääpiirteissään runsaat ja nollavuodet olivat koko Söderfjärdenin alueella samoja.

3.2.1.4 Kuore

Nuottasaaliissa kuoreen poikasten määrä oli lähes nolla vuosina 1981, 1988 ja 1990. Runsaammin kuoreen poikasia saatiin vuosina 1984 ja 1989 (kuva 7).

Vassorfjärdenistä (osa-alue I) kuoreen poikasia saatiin koko tarkastelujakson aikana jokseenkin satunnaisesti. Poikasia oli vähän vuosina 1980, 1983–1986 ja 1989–1990 eikä lainkaan vuosina 1981–1982 ja 1987–1988. Yhtenäkään vuonna ei poikasia ollut runsaasti.

Björnholmssundin (osa-alue II) itä- ja länsiosien välillä ei kuoreen poikastiheyksissä ollut oleellista eroa. Eniten kuoreenpoikasia oli Björnholmssundissa vuosina 1980, 1983, 1986 ja 1989. Vähiten poikasia oli vuosina 1981, 1987, 1988 ja 1990.

Österfjärdenissä (osa-alue III) kuoreen poikasia tavattiin jonkin verran muina tutkimusvuosina paitsi 1981 ja 1983. Keskimääräistä runsaampina erottuvat vuodet 1984 ja 1989.

Söderfjärdenissä (osa-alue IV) kuoreen poikasia oli nuottasaaliissa sitä runsaammin, mitä ulommas alueella siirrytään. Lahden eteläosassa kuoreen poikasia ei tavattu koko tarkastelujakson aikana kuin satunnaisesti. Keskiosassa vuosina 1982 ja 1989 kuoreen poikasia oli jonkin verran, ei kuitenkaan runsaasti. Lahden uloimmassa osassa, pohjoisosassa, kuoretta tavattiin nuottasaaliista jonkin verran vuosina 1984–1987 sekä 1989. Näistä vuodet 1985 ja erityisesti 1989 erottuivat muita vuosia runsaampina.

3.2.1.5 Hauki (*Esox lucius* L.)

Hauen poikasia esiintyi koko tutkimusalueella tasaisemmin kuin muiden lajien poikasia. Poikastiheydet olivat alhaisia, suuria vaihteluita vuodesta toiseen ei ollut. Vuodesta 1988 lähtien hauen poikasten määrä nuotanvetoa kohti kasvoi. Vuonna 1990 poikasten määrä/nuotanveto oli tutkimusjakson korkein. Hieman muita vuosia vähemmän on hauenpoikasia saatu vuosina 1983, 1985 ja 1988. (kuva 8).

Vassorfjärdenin (osa-alue I) eteläosassa hauenpoikasia oli runsaimmin vuosina 1982, 1986 ja 1989. Vähemmän tai ei lainkaan hauenpoikasia saatiin vuosina 1980, 1983–1985 ja 1987–1988. Vassorfjärdenin pohjoisosan saaliit olivat tasaisemmat, hauenpoikasia saatiin vuosia 1980 ja 1990 lukuunottamatta joka vuosi. Suurimmat havaitut poikastiheydet olivat noin puolet Vassorfjärdenin eteläosan vastaavista.

Björnholmssundissa (osa-alue II) hauen poikasia on esiintynyt varsin tasaisesti koko tutkimusjakson ajan. Keskimääräistä vähemmän poikasia oli vuosina 1980, 1981 länsiosassa, 1984 itä- ja 1985 länsiosassa ja 1988 koko alueella. Vuosina 1986–1987, 1989 ja 1990 poikasia oli hieman runsaammin.

Taulukko 11. Kuoreenpoikasten tiheydet eri osa-alueilla vuosina 1980–1990. pH ja lämpötila esitetty kuten taulukossa 8.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	*	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	*	**	**	**
osa-alue											
I	2,8	0	0	5,1	9,6	0,1	2,2	0	0	5,8	0,1
I P	7,0	0	0	2,9	11,0	0,8	3,1	0	0	6,3	0,2
I E	0	0	0	8,4	5,8	0,1	0,8	0	0	5,0	0,1
II	12,0	0	5,6	29,5	8,8	6,4	38,0	0,5	2,9	14,3	1,0
II L	17,0	0	0	22,8	12,3	8,2	35,4	0,3	4,7	17,8	0,6
II I	5,7	0	8,7	39,5	1,8	8,2	42,0	0,6	0,2	8,9	1,7
III	12,0	0	29,0	0	102	20,7	8,6	17,1	5,1	57,7	1,1
IV	0,5	0,4	4,0	0	7,0	19,5	2,7	3,6	0,9	58,7	2,2
IV P	0	0,6	3,0	0	20,0	96,6	8,7	14,8	2,5	220	9,0
IV K	0,8	0,4	10,0	0	1,3	0,4	2,4	1,1	0,8	36,6	1,0
IV E	0	0,3	0	0	0	0	0,1	0,3	0,2	0	2,2

Taulukko 13. Hauen poikastiheydet eri osa-alueilla vuosina 1980–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 4.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	*	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	*	**	**	**
osa-alue											
I	0	0,2	0,8	0,2	0,7	0,2	0,9	0,7	0,2	0,6	0,1
I P	0	0,1	0,2	0,3	0,9	0,4	0,7	1,0	0,2	0,4	0
I E	0	0,4	1,7	0,2	0	0	0,4	0	0,1	0,8	0,2
II	0	0,7	0,9	0,6	0,4	0,2	1,1	1,4	0,2	2,2	1,0
II L	0	0	0,3	0,6	0,7	0,1	1,5	1,4	0,3	1,8	0,8
II I	0	1,0	1,3	0,6	0	0,4	0,5	1,4	0	2,8	1,2
III	0,7	0,7	1,4	0,4	1,1	0,6	0,7	0,6	0,3	1,2	0,9
IV	0,4	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,8	0,5	0,5	0,6	3,8
IV P	0	0,1	0,8	0	0,7	0,1	1,0	1,0	0,2	0,3	16,0
IV K	0,4	0,7	0,2	0	0,1	0,6	0,6	0,4	0,5	0,1	0,7
IV E	0,4	1,5	0,5	0,8	0	0,1	0,9	0,2	0,6	1,1	0,5

Österfjärdenistä (osa-alue III) hauen poikasia saatiin koko tutkimusjakson ajan

tasaisesti. Parhaimman ja huonoimman vuoden välillä oli vain noin kolminkertainen ero.

Söderfjärdenissä (osa-alue IV) hauenpoikasia saatiin niin alueen etelä-, keski- kuin pohjoisosastakin. Poikasten lukumäärä/nuotanveto vaihteli eri alueilla hieman eri tavoin. Suuria vaihteluita ei havaittu lukuunottamatta vuotta 1990, jolloin hauenpoikasia (samoin kuin kuhankin) saatiin Söderfjärdenin pohjoisosasta ennätyksellisen paljon.

3.2.1.6 Kuha

Koko tutkimusalueella kuhanpoikasten keskimääräinen lukumäärä nuotanvetoa kohti vaihteli 0,3 – 4 poikasta/nuotanveto. Poikasia saatiin siten joka vuosi jonkun verran. Poikasten lukumäärä/nuotanveto oli selvästi pienempi kuin ahvenen tai särkikalojen poikasten. Heikoimman ja runsaimman vuoden välinen ero kuhanpoikasten lukumäärässä oli vain kymmenkertainen. Koko alueelta kuhanpoikasia saatiin erityisen vähän 1985 ja 1988, runsaasti kuhanpoikasia saatiin vuosina 1980, 1982–1984 ja 1987. Vuodesta 1988 vuoteen 1990 kuhan poikasten lukumäärä nousi (kuva 8).

Vassorfjärdenin (osa-alue I) eteläosassa kuhanpoikasten lukumäärä nuottasaaliissa vaihteli jyrkästi vuodesta toiseen. Vuonna 1980 poikasia oli runsaasti, vuonna 1981 ei poikasia saatu yhtään, vuonna 1982 niitä oli jälleen runsaasti. Vuoden 1982 jälkeen poikasten määrä laski, vuonna 1985 poikasia ei tavattu yhtään, vuonna 1986 niitä oli jonkun verran ja vuonna 1987 ei ollenkaan. 1988 poikasia oli vähän, vuonna 1989 kohtalaisesti ja 1990 jonkun verran. Vassorfjärdenin pohjoisosassa poikasia esiintyi tasaisemmin. Ainoastaan vuonna 1985 poikasia ei tavattu yhtään. Toisaalta hyvien vuosien poikastiheydet olivat Vassorfjärdenin pohjoisosassa alhaisemmat kuin eteläosassa.

Björnholmssundin (osa-alue II) itä- ja länsiosissa saatiin vuonna 1980 kuhanpoikasia selvästi enemmän kuin muina tutkimusajanjakson vuosina. Vuonna 1981 kuhanpoikasia ei juurikaan alueelta tavattu. Vuosina 1982–1986 poikasia saatiin kohtalaisesti. Vuonna 1987 Björnholmssundin länsiosassa kuhan poikasia oli keskimääräistä hieman paremmin, itäosassa ei ollenkaan. Vuosina 1988–1990 kuhanpoikasia oli koko Björnholmssundin alueella vähän.

Österfjärdenistä (osa-alue III) saatiin kuhan poikasia kaikkina tutkimusjakson vuosina. Poikasten tiheydessä on tutkimusjakson aikana havaittavissa laskeva, joskin epäsäännöllinen suuntaus.

Söderfjärdenin (osa-alue IV) eteläosasta tavattiin kuhanpoikasia tarkastelujakson aikana vain vuosina 1981, 1987–1988 ja 1990. Sen sijaan Söderfjärdenin pohjoisosasta kuhanpoikasia saatiin jokaisena tutkimusjakson vuotena. Vuosina 1984 ja 1990 poikasia oli runsaasti, vähiten poikasia oli vuosina 1981 ja 1985. Söderfjärdenin keskiosassa poikasia esiintyi yleensä vähemmän kuin pohjoisosassa. Vuosina 1982 ja 1987 poikasia oli keskiosassa enemmän kuin pohjoisosassa. Vuosina 1984 ja 1990, jolloin alueen pohjoisosassa poikasia oli paljon, oli niitä keskiosassa vain niukasti.

Taulukko 12. Kuhanpoikasten tiheydet eri osa-alueilla vuosina 1980–1990. pH ja lämpötila esitetään kuten taulukossa 8.

vuosi	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
pH	*	**	***	*	**	**	**	*	**	***	***
T	***	*	**	***	***	*	**	*	**	**	**
osa-alue											
I	4,0	0,3	5,0	1,7	0,6	0	0	0	0,1	1,0	0,9
I P	0,2	0,6	3,0	0,5	0	0	1,0	0	0	0,6	1,3
I E	7,0	0	8,0	3,5	1,0	0	0	0	0,2	1,7	0,3
II	13,0	0,1	0,4	3,0	1,8	0,6	0,7	2,1	0	0,2	0,2
II L	1,0	0	0	4,0	2,1	0	0,5	3,5	0	0,2	0,1
II I	1,0	0,1	0,7	1,4	1,0	0	1,0	0	0	0,2	0,3
III	4,0	1,0	3,0	2,0	2,0	0,3	0,2	0	0	0,1	0,2
IV	0,1	0,4	1,5	0,6	3,5	0,1	0,7	2,4	0,3	0,3	1,6
IV P	1,0	0,1	1,0	1,0	9,0	0,3	2,1	3,0	0,7	0,9	7,5
IV K	0	0,6	3,8	0,7	0	0	0,7	3,1	0,1	0,4	0,1
IV E	0	0,2	0	0	0	0	0	1,0	0,4	0	0,2

3.2.1.7 Muut kalalajit

Salakan (*Alburnus alburnus* L.) poikasia tavattiin koko tutkimusalueella tutkimusajanjakson aikana vähän. Ainoastaan vuosi 1988 erottui salakanpoikasten määrän suhteen muista vuosista (kuva 8). Vuonna 1988 salakanpoikasia on saatu jonkin verran kaikilta muilta alueilta paitsi Vassorfjärdenin ja Söderfjärdenin eteläosista.

Kiiskin (*Gymnocephalus cernuus* L.) poikasia tavattiin niinkään erittäin vähän. Kiiskin poikasia oli nuottasaaliissa eniten vuonna 1980. Vuonna 1985, jolloin lähes kaikkien muiden lajien poikastiheys oli erittäin pieni, saatiin kiiskin poikasia hieman enemmän kuin muina vuosina (kuva 8).

Poikasnuottauksissa saatiin satunnaisesti myös useiden muiden kalalajien poikasia. Seipi (*Leuciscus leuciscus* L.), säyne (*Leuciscus idus* L.), tokot (*Pomatoschistus* sp. L.) ja kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus* L.) olivat näistä lajeista yleisimpiä. Useimmissa nuotanvedoissa ko. lajien poikasia ei kuitenkaan saatu. Alhaisten lukumäärien vuoksi alueellisia tai vuodesta toiseen tapahtuvia vaihteluita ei havaittu.

3.2.2 Lajien väliset runsaussuhteet

Eri lajien runsaussuhteet nuottasaaliissa vaihtelivat tarkastelujakson aikana selvästi. Tarkastelujakson alussa, 1980–1982, kun poikastiheydet olivat suuret, yli puolet poikasista oli ahvenen poikasia. Enimmillään ahvenen poikasia on saaliissa vuonna 1981 (88 %). Toiseksi runsaimmat lajit olivat lahna ja särki. (kuva 9).

Vuosina 1983–1985 poikasten määrät nuottasaaliissa olivat hyvin pieniä ja eri lajien osuudet kokonaissaaliista vaihtelivat. Vuonna 1983 suurin osa saaliista oli särkeä. Koska poikasten kokonaismäärä oli pieni, näkyy kiekodiagrammissa myös sellaisia lajeja, joiden osuus yleensä on niin pieni, ettei se erotu graafisessa tarkastelussa (kiiski, salakka). Kuoreen osuus saaliista kasvoi vuosina 1983–85 ollen vuonna 1985 yli puolet. Samalla särkikalajien osuus väheni ja ahvenen osuus kasvoi. Kuoreen suuri osuus vuosina 1984 ja 1985 ei niinkään johdu kuoreen poikasten suuresta lukumäärästä vaan muiden poikasten vähyydestä.

Vuonna 1986 poikastiheydet olivat jälleen suuria. Suurin osa poikasista oli ahvenia. Toiseksi yleisin laji oli särki.

Vuonna 1987, jolloin poikasten määrä jälleen laski, happamoitumiselle herkimpien särkikalajien poikaset puuttuivat saaliista lähes täysin. Suurin osa nuottasaaliista oli ahventa ja kuoretta. Lisäksi poikasten pienen kokonaismäärän vuoksi saaliista erotuivat kuha ja hauki.

Vuosina 1988–1990 poikasten määrä jälleen kasvoi. Jaksolle näyttää olleen tyypillistä ahvenen suhteellisen osuuden väheneminen, vaikka ahvenen lukumäärät saaliissa pysyivätkin suurina. Särkikalajien, erityisesti lahnan, suhteellinen osuus kasvoi (kuva 9). Vuosina 1988–1990 särkikalajien poikasten määrä kasvoi ahvenen rinnalla. Myös petokalajien, kuhan ja hauen, poikasten määrä nuottasaaliissa kasvoi, mutta niiden suhteellinen osuus kokonaissaaliista pienentyi särkikalanpoikasten määrän kasvaessa rajusti.

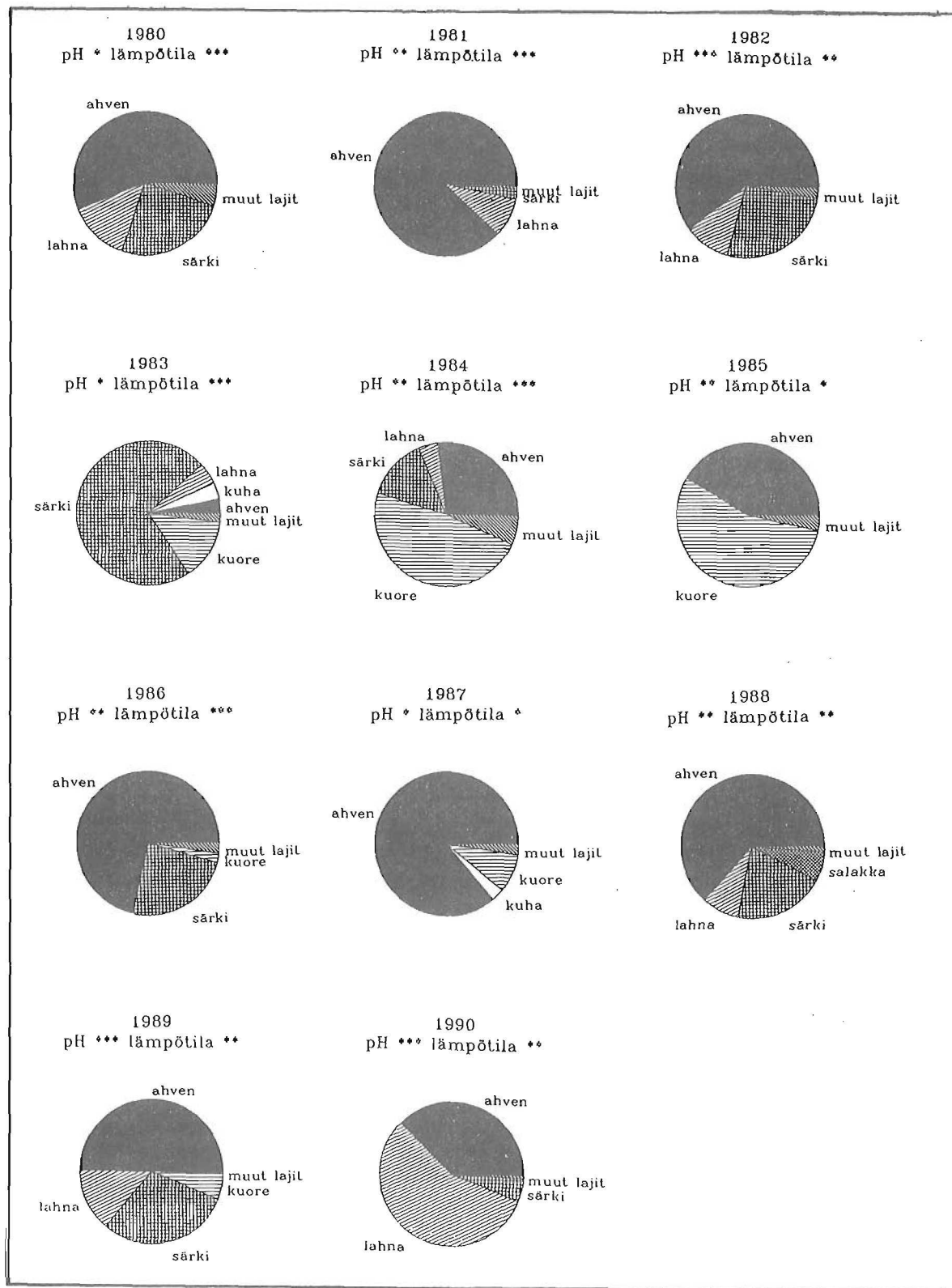
3.3 Eri keräilymenetelmillä saatujen tulosten vertailu

Gulf-poikaspöydäyksillä saadut yleisimmät lajit olivat kuore ja ahven. Kuhan ja silakan poikasia saatiin myös jonkin verran. Muita lajeja saaliissa oli vain satunnaisesti. Poikasten määrät vaihtelivat vuodesta toiseen paljon. Maalahdenjoen suistossa tehdyissä esiselvityksissä, joissa Gulf V ja Gulf Olympia poikaspöydäyksiä ajettiin rinnakkain, todettiin että ainakin kuoreen poikastiheysarvot olivat samat. Täten voitiin tutkimus-jakson alkuvuosien Gulf V- pöydäyksellä saatuja tuloksia verrata Gulf Olympialla saatuihin tuloksiin, kuoreella jopa kvantitatiivisia arvoja ja muilla lajeilla ainakin esiintymisalueen laajuutta.

Kuoreen poikasten määrä vaihteli selvästi eri tavalla kuin muiden lajien. Vuonna 1985, jolloin kuoreen poikasia saatiin ennätyksellisen paljon, olivat muiden lajien saaliit niin nuotta- kuin gulfsaaliissakin erittäin alhaiset. Toisaalta vuonna 1988, jolloin kuoreen poikasia saatiin gulf-pöydäyksillä erittäin vähän, muiden lajien poikasia havaittiin kohtalaisesti tai runsaasti. Nuotalla saadut arviot kuoreen poikasten tiheyksistä erityisesti Björnholmssundissa ja Söderfjärdenin pohjoisosassa tukevat gulf-pöydäyksillä saatuja tuloksia, vaikka nuottauspaikat on valittu enimmäkseen muita lajeja silmälläpitäen.

Ahvenen poikasten esiintyminen pelagiaalisilla, gulf-poikaspöydäyksillä tarkkailtavilla alueilla on ajallisesti hyvin rajoittunutta (Urho et al. 1990). Poikaset ovat pelagisia vain lyhyen ajan kuoriutumisen jälkeen. Valtaosa ahvenen poikastuotannosta tapahtuu suiston sisäosissa, joissa gulfpöydäyksiä ei käytetty. Vuoden 1988 jälkeen laajentunut

pienten ahvenen poikasten esiintymisalue sekä kohonneet pienten ahvenen poikasten tiheydet myös suistosaariston selkäalueilla kertovat mitä todennäköisimmin ahvenkannan kasvusta ja palautumisesta normaalimpiin kokoihin. Yleensä esim. Saaristomeren saaristossa vastakuoriutuneita ahvenenpoikasia lyötyy Gulf-poikaspyydyksillä säännöllisesti myös selkäalueilla (RKTL/Fiskeriverket julkaisematon).



Kuva 9. Eri lajien runsaussuhteet vuosina 1988–1990.

Verrattaessa gulfeilla saatua arviota ahvenen poikasmäärän muutoksista nuotalla saatuihin tuloksiin, havaitaan selvää yhdenmukaisuutta uloimpien nuottausalueiden, Österfjärdenin ja Söderfjärdenin kanssa. Nuottausten perusteella vuoden 1990 poikastuotanto ei kuitenkaan ole niin heikko kuin gulfausten perusteella voisi päätellä.

Gulfaamalla ja nuottaamalla saadut arviot kuhan poikastiheyksistä olivat ainakin jossain määrin yhteneväisiä, joskin selviä erojakin löytyi. Molemmissa aineistoissa huonoja vuosia olivat 1985 ja 1988, hyviä tai kohtalaisia 1982 ja 1989. Vuosina 1980, 1983, 1984 ja 1990 tulokset olivat ristiriitaisia, nuottaamalla poikasia saatiin hyvin mutta gulfilla hyvin vähän tai ei ollenkaan. Gulfausten perusteella poikasten esiintymisalue laajentui 1980-luvun loppua kohti, mikä kertonee kannan kasvusta.

3.4 Poikastiheydet, veden happamuus sekä hydrologiset olosuhteet Kyrönjoen suistossa

Aikaisempien (Hudd ym. 1984, Urho ym. 1990, Böhling ym. 1991) tutkimusten perusteella veden happamuus ja siihen liittyvä liuenneiden myrkyllisten metallien runsaus on ratkaiseva tekijä kalanpoikasten eloonjäännille Kyrönjoen suistoalueella. Tämä pätee sekä alueellisesti että ajallisesti. Poikasten eloonjäänti määrää edelleen syntyvän vuosiluokan suuruuden ja aikanaan kalastuksen kohteena olevien kalojen määrän.

Vuositasolla happamuuden keskeinen merkitys selviää verrattaessa vuosia 1983, 1989 ja 1990. Lämpötilan kehitys Tottesundin mittausasemalla oli näinä vuosina jokseenkin samanlainen – kevätkutuisten kalojen poikastuotannolle edullinen (liite 1). Kuitenkin vuosina 1989 ja 1990 havaittiin kevätkutuisten kalojen poikasia (kuhaa lukuunottamatta) yli kymmenen kertaa enemmän kuin 1983. Vuonna 1983 veden pH-arvo laski alle 4,5 juuri huhti–toukokuun vaihteessa ja pysyi alle 5,2 toukokuun loppuun asti, jolloin useimmat kevätkutuiset lajit (kuhaa lukuunottamatta) ovat joko juuri kuteneet tai kutemassa. Vuosina 1989 ja 1990 pH-arvo saavutti minimiarvonsa jo maaliskuulla ja nousi varsinkin vuonna 1989 nopeasti sen jälkeen yli pH 5. Vuosina 1989–90 pH oli alimmillaan 4,9, kun taas vuonna 1983 se kävi 4,3:ssa.

Koska kuha kutee myöhään alkukesällä, vuoden 1983 pahin happamuuskausi ei osunut kohtalokkaalla tavalla kuhan poikastuotannolle. Kevätkutuisten kalojen poikastuotannon kannalta pH-minimin alhaisinta arvoa tärkeämpi tekijä onkin pH-minimin ajoittuminen. Joki- ja suistoveden alhaisin Ph-arvo on ratkaisevin muuttuja silloin, kun Ph-minimi on samaan aikaan kuin kalojen kutu- tai pienpoikasvaihe.

Lauhoina talvina 1988–1989 ja 1989–1990 virtaamat olivat korkeita talvikuukausinakin – kevättulva jäi pienehköksi eikä Ph-minimi ollut niin alhainen kuin useimpina muina vuosina. Näiden talvien jälkeen myös kevät olivat lämpimät ja vesi lämpeni normaalia nopeammin Tottesundin mittauksen perusteella. Siten sekä lämpöolosuhteet että virtaaman ja Ph:n yhteisvaikutus olivat kevätkutuisten kalojen poikastuotannolle suotuisia.

Alueellisesti ja ajallisesti tarkasteltuna veden happamuus voi muuttua hyvin nopeasti esim. pumppauskuivatuksen vuoksi (Hudd et al. 1984). Lyhytkin muutos veden laadussa vaikuttaa poikastuotantoon pysyvästi. Esimerkkinä tarkasteltakoon Vassorin-

lahden poikastuotantoa. Kuivina kesinä, jolloin epäsäännöllistä pumppausta ei harjoitettu (1989, 1990), olivat poikastiheydet tällä alueella korkeat. Lisäksi kuivina kesinä Vassorinlahden eteläosan poikastiheydet olivat korkeammat kuin pohjoisosan. Muina kesinä tilanne on päinvastainen. Vassorinlahdella menetetään lähes vuosittain useita neliökilometrejä tuottoisaa poikastuotantoaluetta.

Vassorinlahdelle rinnakkainen esimerkki happamuuden ja siihen liittyvien metalliongelmien vaikutuksesta on perkaus, joka tehtiin Söderfjärdenin eteläosaan laskevassa purossa talvella 1983/1984. Ennen kaivua ahvenen suurimmat poikastiheydet tavattiin lahden eteläosassa ja keskiosassa. Kaivun jälkeisinä kesinä poikastiheydet olivat alhaiset, samalle ajanjaksolle tosin sattui yleisesti huonoja poikastuotantovuosia. Kuitenkin myöhemmin suurimmat poikastiheydet hyvinäkin poikastuotantovuosina (1989 ja 1990) on tavattu lahden pohjoisosasta.

Vuonna 1984 tehtiin Björnholmssundissa joen suistossa perkaus (2500 m³), jonka vaikutus poikastiheyksiin jää epäselväksi.

Koko tutkimusalueella poikastiheydet olivat alhaiset vuosina 1983–1985 vaikka varsinkin vuosien 1983 ja 1984 lämpötilat olivat suotuisia. Tottesundin mittausten perusteella veden pH oli varsinkin vuonna 1983 alhainen.

Vuonna 1987 rakennettiin Kyrönjoen alajuoksulle Lakörenin pumppaamo sekä korotettiin tulvapenkereitä välillä Lakören–Lappsundså eli joen alimmalla osuudella. Materiaali penkereisiin otettiin penkeroon ja joen välistä, joten työtä tehtiin osittain joessa. Kesällä 1987 pH-ero Skatilan, joka on joessa työalueen yläpuolella ja Tottesundin välillä oli suurimmillaan 0,5 pH-yksikköä, mikä on hieman enemmän kuin muina vuosina. Vuonna 1987 kevätkutuisten kalojen poikastuotanto oli erittäin heikko. Vuosi 1987 oli Tottesundin mittausten perusteella yksi tutkimusjakson happamimmista vuosista, pH laski töiden aikana suistossa 4,5:een. Lisäksi kesä oli kylmä ja myöhäinen. Kylmä kesä ja alhainen pH vaikuttivat molemmat poikastuotantoa alentavasti. Kuitenkin kuhan poikastuotanto vuonna 1987 poikkesi muista lajeista: huolimatta kylmästä kesästä ja happamasta vedestä kuhan poikasia saatiin poikasnuottauksissa kohtalaisesti.

Vuosina 1988, 1989 ja 1990 tulvapenkereiden korotustyötä jatkettiin edellämainituilta alueilta ylävirtaan päin. Penkereiden materiaali tuotiin kuitenkin muualta. Lisäksi yläjuoksulla tehtiin ojien perkauksia. Vuosina 1988–1990 kevätkutuisten kalojen poikastuotannon suunta oli nouseva. Myös virtaamat ja sadanta olivat kesinä 1988–1990 pienet ja veden pH Tottesundin mittausten perusteella korkea.

Säyneen poikasia saatiin koko tutkimusjakson aikana vain satunnaisesti. Vielä 1960-luvun lopussa tutkimusalueen kaupallinen säynesaalet oli karkeasti arvioiden 5 tonnia (Hudd ym. 1984). Säynekanta ei ole kyennyt toipumaan 1970-luvun kalakuolemien jälkeen kuten esimerkiksi lahnakanta näyttää toipuvan.

Vastakuoriutuneita silakanpoikasia saatiin gulfauksissa lähinnä tutkimusalueen uloimmista osista. Vastakuoriutuneiden silakanpoikasten esiintymisaluetta voidaan pitää Kyrönjoen veden vaikutusalueen rajana.

4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Vaihtelut Kyrönjoen suiston poikastuotannossa ovat eri vuosien välillä suuria. Lajien väliset runsaussuhteet saattavat kahtena peräkkäisenä kesänä olla täysin erilaisia. Selvimmät syyt poikastuotannon vaihteluun ovat tämän tutkimuksen perusteella veden happamuus ja kevään lämpötilan kehitys. Osaltaan kyseessä on normaali vahvojen ja heikkojen vuosiluokkien vaihtelu. Myös useilla "luonnontilaisissa" vesistöissä elävillä kalakannoilla on todettu ilmaston vaihteluista riippuvaa poikastuotannon vaihtelua. Kuitenkin tässä tutkimuksessa osoitetaan, että Kyrönjoen suiston poikastiheydet riippuvat ensisijaisesti veden happamuustasosta. Poikasten määrä vaihtelee koko tutkimusalueella pääpiirteissään samalla tavoin, ja seuraa yleisesti happamuuden vaihteluja.

Lajien välillä on havaittavissa selviä eroja happamuuden kestossa. Vassorfjärdenin eteläosassa, jossa vesi on happaminta, vain hauki pystyy tuottamaan poikasia joka vuosi. Myös ahvenen poikastuotanto onnistuu kyseisellä alueella useimpina vuosina ainakin jollain tavalla. Sen sijaan happamalle vedelle herkimpien lajien, särjen ja lahnan, poikasia saatiin Vassorfjärdenin eteläosasta runsaasti vain harvoin. Kuitenkin alue sopisi kasvillisuutensa, lämpötila- ja virtaussuhteidensa ym. puolesta hyvin juuri näiden lajien poikastuotannolle.

Sama ilmiö havaitaan myös ajallisessa tarkastelussa. Happamuutta parhaiten kestävät lajit, kuten hauki, ovat onnistuneet poikastuotannossaan kaikkina vuosina ainakin jollain tavalla. Happamalle vedelle arimmilla lajeilla kuten lahalla ja särjellä on poikastuotannossa nollavuosia. Myös ahvenen poikasia saatiin vuosina 1983–1985 erittäin vähän. Säyneen poikasia ei koko tutkimusajanjaksona ole saatu kuin satunnaisesti, vaikka se vielä 1960-luvulla oli yleinen saalislaji.

Huolimatta ajoittaisista lähes nollavuosista, Kyrönjoen suisto on alueen kalakannoille erittäin tärkeä poikastuotantoalue. Hyvinä vuosina alueen poikastuotanto on erittäin suuri korkeiden poikastiheyksien ja alueen suuruuden takia. Hyvinäkin vuosina pH on keväällä niin alhainen, että se vaikuttaa haitallisesti poikastuotantoon. Tuunaisen ym. (1991) mukaan veden happamuus ja alumiini yhdessä heikentävät hauen poikasten kasvua ja aktiivisuutta pH 5:ssä ja särjen poikasten vielä pH 5,75:ssä.

Maankuivatuksen tehostuminen Kyrönjoen happamalla valuma-alueella vaikuttaa varsinkin veden laadun kautta poikastuotantoon. Vaikka vedenlaatu pysyisikin niin hyvänä, että selviä kalakuolemia ei synny, voi poikastuotanto olla suurilla alueilla lähes olematonta. Tämä vaikuttaa luonnollisesti tuleviin saaliisiin.

Poikasnuottausaineistoja tarkastellessa havaitaan vuosina 1988–90 selvä nouseva trendi useimpien kalalajien poikasmäärässä nuotantvetoa kohti. Syynä on epäilemättä vedenlaadun paraneminen, joka puolestaan voi johtua joella tapahtuvan kaivamisen vähentämisestä ja/tai ilmastollisista tekijöistä (lämpimät kevät, vähäiset sateet) ja niiden vaikutuksesta vedenlaatuun.

KIRJALLISUUS

- Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H., Karås, P., Neuman, E., ja Thoresson, G. 1991: Variations in year-class strength of different perch (*Perca fluviatilis*) populations in the Baltic Sea with special reference to temperature and pollution. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 1181–1187.
- Hudd, R. ja Urho, L. 1985: Abundance and distribution of smelt (*Osmerus eperlanus* (L.)) yolk sac larvae in the Northern Quark, Gulf of Bothnia. ICES C.M. 1985 / J:28.
- Hudd, R., Hilden, M., Urho, L., Axell, M.-B. ja Jåfs, L.-A. 1984: Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvitys 1980–1982. Vesihallitus. Tiedotus 242 A. Helsinki 1984. 275 s.
- Karås, P. 1987: Food consumption, growth and recruitment in perch (*Perca fluviatilis* L.). Ph.D. thesis, University of Uppsala, Sweden. 142 s.
- Meriläinen, J.J. 1985: The spread of the river waters and behaviour of different fractions of particulate matter and dissolved organic matter in the nontidal Kyrönjoki estuary, Bothnian Bay. Aqua Fennica 15(1):53–64.
- Nellen, W. ja Hempel, G. 1969: Versuche zur Fähigkeiten des "HAI" und des Modifizierten Gulf-V-Plankton-Samplers "NACKTHAI". Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 20(2): 141–154.
- Sjöblom, V. ja Parmanne, R. 1978: Abundance of Baltic herring larvae in the seas around Finland in 1977. ICES C.M. 1978/J:6. Moniste.
- Storberg K.-E. 1983: Kyrönjoen alaosan vedenlaadusta. Vaasan vesipiirin vesitoimisto. 17 s. Moniste.
- Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T., Vuorinen, M., Niemelä, E., Lappalainen, A., Peuranen, S. ja Raitaniemi, J. 1991: Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Loppuraportti. Suomen Kalatalous 57: 1–44.
- Urho, L., Hildén, M. and Hudd, R. 1990: Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. Environmental Biology of Fishes 27: 273–283.

OSA II

KYRÖNJOEN SUISTON MADEKANNAN (*Lota lota* L.) POIKASTUOTANNON EPÄONNISTUMISEN AIHEUTTAMIEN VAHINKOJEN ARVIOINTI JA ENNUSTAMINEN

Jakob Kjellman, Ari Leskelä ja Richard Hudd

Julkaisija
Vesi- ja ympäristöhallitus ja
Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri

Julkaisun päivämäärä
Syyskuu 1993

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)
Jakob Kjellman, Ari Leskelä ja Richard Hudd

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa II: Kyrönjoen suiston madekannan (*Lota lota* L.) poikastuotannon epäonnistumisen aiheuttamien vahinkojen arviointi ja ennustaminen (Fiskeriundersökningar i Kyrö älvs 1980–1990. Del II: Effekter och prognostisering av reproduktionsmisslyckanden för laken (*Lota lota* L.) i Kyrö älvs estuarium)

Julkaisun laji	Toimeksiantaja	Toimielimen asettamispvm
Tutkimusraportti	Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri	

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Kyrönjoen suiston kalakannat ovat kärsineet valuma-alueen happaman maaperän aiheuttamasta veden happamoitumisesta. Jokiveden happamuus johtaa kalojen poikastuotannon heikkenemiseen. Tässä työssä kehitettiin menetelmä, jonka avulla poikastuotannon menetyksestä johtuva kalakannan ja saaliin menetys voidaan arvioida rahassa. Tutkimuksessa laskettiin madekannan lisääntymisen epäonnistumisesta johtuva saaliin väheneminen vuosina 1979–1988 ja madekannan pieneneminen populaatioanalyysiä (VPA) käyttäen.

Asiasanat (avainsanat)

Happamoituminen, poikastuotanto, made (*Lota lota* L.), Kyrönjoki

Muut tiedot

Tutkimus on tehty RKTL:n Merenkurkun tutkimusasemalla

Sarjan nimi ja numero	ISBN	ISSN
Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 157	951-47-8191-0	0786-9592
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta
S. 41–73	Suomi	Luottamuksellisuus
		Julkinen
Jakaja	Kustantaja	
Painatuskeskus Oy	Vesi- ja ympäristöhallitus	
PL 516, 00101 Helsinki	PL 250, 00101 Helsinki	

Utgivare

Vatten- och miljöstyrelsen och
Vasa vatten- och miljödistrikt

Utgivningsdatum

September 1993

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

Jakob Kjellman, Ari Leskelä och Richard Hudd

Publikation (även den finska titeln)

Fiskeriundersökningar i Kyro älvs nedre lopp 1980–1990. Del II: Effekter och prognostisering av reproduktionsmisslyckanden för laken (*Lota lota* L.) i Kyrö älvs estuarium (Kyrönjoen alalaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa II: Kyrönjoen suiston madekannan (*Lota lota* L.) poikastuotannon epäonnistumisen aiheuttamien vahinkojen arviointi ja ennustaminen)

Typ av publikation

Forskningsrapport

Uppdragsgivare

Vasa vatten- och miljödistrikt

*Datum för tillsättandet av organet**Publikationens delar**Referat*

Fiskpopulationerna i Kyro älvs estuarium har minskat till följd av försurningen beroende på sura marker i älvens tillrinningsområde. De tidvis låga pH värdena leder till en minskad yngelproduktion. I detta arbete har en metod, för att uppskatta och prognostisera reproduktionsmisslyckandes effekter på fiskpopulationer och fångster åren 1979–1988, samt kostnaderna för dessa effekter, utarbetats. I undersökningen har lakpopulationen i Kyro älv använts som ett exempel.

Sakord (nyckelord)

Försurning, fisk, reproduktion, lake (*Lota lota* L.), Kyro älv

Övriga uppgifter

Utredningen är gjord vid VFFI's Kvarkens forskningsstation

Seriens namn och nummer

Vatten- och miljöförvaltningens publikationer –
serie A 157

ISBN

951-47-8191-0

ISSN

0786-9592

Sidantal

S. 41–73

Språk

Finska

*Pris**Sekretessgrad*

Offentlig

Distribution

Tryckericentralen Ab
PB 516, SF-00101 Helsingfors, Finland

Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250, SF-00101 Helsingfors, Finland

Published by
National Board of Waters and the Environment and
Vaasa Water and Environment District

Date of publication
September 1993

Author(s)
Jakob Kjellman, Ari Leskelä and Richard Hudd

Title of publication
Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa II: Kyrönjoen suiston madekannan (*Lota lota* L.) poikastuotannon epäonnistumisen aiheuttamien vahinkojen arviointi ja ennustaminen
(Fishery investigation in the lower reaches of the River Kyrönjoki 1980–1990. Part II: Estimations and prognosis of reproduction failures on the burbot (*Lota lota* L.) stock of the River Kyrönjoki estuary)

Type of publication	Commissioned by
Research report	Vaasa Water and Environment District

Parts of publication

Abstract

The fish population off the River Kyrönjoki have suffered due to the acidification caused by sulfuric soil layers in the rivers catchment area. The episodical low pH has caused failures on the reproduction. In this work, a method for estimating the effects and costs of the reproduction failures on populations and catches during the years 1979–1988 has been made. The reproduction failure and its effects on the burbot (*Lota lota* L.) stock of the River Kyrönjoki has been used as an example.

Keywords
Acidification, fish, reproduction, burbot (*Lota lota* L.), River Kyrönjoki

Other information
The research is made by FGFRI, Merenkurkku Fisheries Research Station

Series (key title and no.)	ISBN	ISSN
Publications of the Water and Environment Administration – series A 157	951-47-8191-0	0786-9592

Pages	Language	Price	Confidentiality
P. 41–73	Finnish		Public

Distributed by	Publisher
Painatuskeskus Oy P.O. Box 516, SF-00101 Helsinki, Finland	National Board of Waters and the Environment P.O. Box 250, SF-00101 Helsinki, Finland

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	49
1.1	Yleistä.....	49
1.2	Mateen biologia.....	49
2	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	50
2.1	Tutkimusalue.....	50
2.2	Veden laatu ja vuosiluokkien vahvuus.....	50
2.2.1	Veden laatu ja poikastuotanto.....	50
2.2.1	Veden laatu tutkimusalueella.....	51
2.2.3	Metallipitoisuudet.....	51
2.3	Populaatioanalyysi.....	52
2.4	Saalis.....	54
2.4.1	Saaliin ikäkoostumus.....	54
2.4.2	Kokonaissaalis.....	55
2.5	Saaliin ja prerekryyttien menetys.....	55
3	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	56
3.1	Saalis.....	56
3.2	Kasvu.....	59
3.2.1	Kyrönjoen madekannan kasvu.....	59
3.2.2	Kyrönjoen ja Pietarsaaren alueen madekantojen vertailu.....	61
3.2.3	Saalisnäyte vuonna 1992.....	61
3.3	Saaliin menetys vuosina 1979–1988.....	62
3.4	Populaatioanalyysi.....	63
3.4.1	VPA.....	63
3.4.2	Pre-rekryyttien menetys.....	65
3.4.3	Kompensaatio vuosille 1979–1988.....	65
3.5	Kyrönjoen veden laatu ja vuosiluokan vahvuus.....	66
3.5.1	Veden laatu ja poikastuotanto.....	66
3.5.2	Tulevien vuosiluokkien suuruuden arviointi.....	67
3.5.3	Saalisnäyte 1992.....	68
4	MENETELMÄN SOVELTUVUUDESTA.....	68
	SAMMANDRAG.....	69
	KIRJALLISUUS.....	71

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Rikkipitoiset maakerrostumat eli alunamaat ovat syntyneet Itämeren litorina-vaiheen aikana, noin 5000 e. Kr. Alunamaat sisältävät runsaasti rikkiä, rautaa mangaania, alumiinia, fosforia ja humusaineita (Tiitinen 1981). Hapettomissa olosuhteissa maakerrostumien sisältämä rikki on sitoutuneena sulfideiksi. Merenpinnan kohotessa ja maankäytön paljastaessa rikkipitoisia kerrostumia joutuvat sulfidit kosketuksiin hapen kanssa. Kemiallisten reaktioiden seurauksena rikki vapautuu ja muodostaa yhdessä veden ja hapen kanssa rikkihappoa (Tiitinen 1981).

Kyrönjoki on Vaasan läänin suurin joki. Joen valuma-alue on 4920 km² ja keski-virtaama 43 m³/s. Valuma-alueesta noin 10 % on alunamaa-alueilla. Jokea kuormittamassa ei ole suurteollisuutta, joten suurimmat kuormituslähteet ovat maa- ja metsätalous sekä asutuskeskusten kuormitus.

Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalue on tärkeä lisääntymisalue useille kalalajeille, jotka ovat Merenkurkun rannikkokalastuksen kohteina (Hudd ym. 1984, Lehtonen ja Hudd 1990, Urho ym. 1990, Hudd ja Leskelä 1993). Joen valuma-alueen happaman maaperän ja alueella 1800-luvulta lähtien tehtyjen ojitusten, kaivujen, perkausten ja muiden vesistötöiden (Hudd ym. 1984, Mäki 1988, Rantala 1991) seurauksena on Kyrönjoen vesi ajoittain hapanta (Tiitinen 1981, Hudd ym. 1984, Österholm-Granqvist 1989). 1970-luvulla veden huono laatu aiheutti jopa kalojen joukkokuolemia. Alueen kalakannat ovat kärsineet, mikä selvästi havaitaan pienentyneinä saaliina ja vaihtelevana poikastuotantona (Hudd ym. 1984, Lehtonen ja Hudd 1990, Hudd ja Leskelä 1993).

Nykyisen vesilainsäädännön mukaan sellaiseen toimintaan, joka voi aiheuttaa veden laadun huononemista, vaaditaan vesioikeuden lupa. Lupakäsittelyn yhteydessä erilaiset intressit pyritään punnitsemaan siten että toiminta voidaan tehdä pienintä mahdollista haittaa aiheuttaen. Jos vahinkoja ei voida estää tai kompensoida, on niiden aiheuttaja velvollinen korvaamaan vahingot. Lupapäätöksen yhteydessä päätetään myös ne ehdot ja kompensaatio- ja korvausvelvoitteet, jotka liittyvät toimintaan. (Komiteanmietintö 1989:18)

Tämän työn tarkoituksena on luoda työkalu, jolla voidaan arvioida kalojen rekrytoitumisen vähentymisen vaikutuksia alueellisille kalakannoille, jotka kärsivät poikastuotannon tyrehtymisestä joinakin vuosina. Pre-rekryyttien määrän tai saaliin vähenemiselle asetetaan tutkimuksessa hinta, ja siten poikastuotannon tyrehtymisestä aiheutuvat vahingot ja niiden korvaaminen voidaan arvioida rahassa.

1.2 Mateen biologia

Made on ainoa turskakala joka on sopeutunut elämään makeassa vedessä. Huolimatta sopeutumisestaan makeaan veteen made esiintyy myös Itämeren murtovedessä. Murtovesissä tärkeimmät lisääntymisalueet ovat jokien suistoja, puroja ja fladoja, vaikka lisääntymistä tapahtuuakin myös murtovedessä (Bengtsson 1973, Koli 1990).

Made kutee helmikuussa 1–5 metrin syvyydessä. Poikaset tarvitsevat 90–115 päivä-astetta kuoriutuakseen (Bengtsson 1973, Koli 1990). Kuoriutuminen tapahtuu usein samaan aikaan kevättulvan kanssa, joten vastakuoriutuneet poikaset altistuvat kevättulvan happamille vesille. Kuoriutumisen pelagiaalisen vaiheen jälkeen poikaset hakeutuvat nopeasti lämpenevään rantaveteen (Hudd ym. 1984, Eloranta 1985). Elorannan (1985) mukaan nuoret mateet oleskelevat rantavyöhykkeessä kaksivuotiaiksi asti. Rantavyöhykkeen poikasvaiheen jälkeen mateet ovat kylmänveden kaloja, jotka hakeutuvat syvään, viileään veteen kesäksi ja lähemmäksi rantaa talvella. (Eloranta 1985, Koli 1990). Bengtsson (1973) oletti että joessa kuoriutuneet mateenpoikaset ajelehtivat pelagisen ruskuaispussivaiheensa aikana alavirtaan tyynemmille alueille. Poikasvaiheessa plankton on mateiden tärkeintä ravintoa. Kasvaessaan ne siirtyvät syömään kaloja ja selkärangattomia eläimiä (Lehtonen 1972, Eloranta 1982).

Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvityksessä (Hudd ym. 1984) suurimmat mateenpoikastiheydet havaittiin Maksamaan saaristossa. Nämä alueet ovat suurten virtaamien aikana 90–100 % pientenkin virtaamien aikana 50–75 % jokiveden peittämiä (Meriläinen 1985). Jokiveden pH nousee 4,6:sta noin 5:n kun siihen sekoittuu 10 % merivettä (Meriläinen 1985). Mateen happamuuden sietokyky on pH 5,2 ja 5,8 välillä (Beamish ym. 1975). Siten Tottesundissa mitattu pH 5 alittava pH-arvo osoittaa että mateen poikastuotanto ei ole onnistunut alueella eivätkä myöskään mahdolliset joessa kuoriutuneet ja joesta ulos ajelehtineet mateen poikaset ole kyenneet selviytymään. Kolin (1990) mukaan made on happamuudelle suunnilleen yhtä herkkä kuin särki (*Rutilus rutilus*). Särjellä tehtyjen kokeiden perusteella (Tuunainen ym. 1991) voidaan olettaa poikasten kuolleisuuden lähestyvän 100% kun pH laskee alle 5, varsinkin jos vedessä on alumiinia. Kyrönjoen vedestä on mitattu jopa yli 4 mg Al₁₀₀/l.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusalue

Tässä työssä on käytetty samaa tutkimusaluetta kuin Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvityksessä vuosina 1980–1982 (Hudd ym. 1984), eli Maksamaan ja Köklötin saaristoa Merenkurkussa. Aluetta rajoittaa Monåfjärden pohjoisessa ja Mikkelin saaret lännessä. Tutkimusalue vastaa Kyrönjoen vaikutusaluetta niin jokiveden (Meriläinen 1985) kuin kalapopulaatioidenkin (Hudd ja Lehtonen 1987) levinneisyyden suhteen. Myös kalastajien käsitys jokiveden vaikutusalueesta on vastaava (Österholm–Granqvist 1989).

2.2 Veden laatu ja vuosiluokkien vahvuus

2.2.1 Veden laatu ja poikastuotanto

Kalastuksen kohteena olevan vuosiluokan vahvuus riippuu kalojen kuolleisuudesta aina kudusta siihen hetkeen asti, jolloin ne ovat riittävän suuria kalastettavaksi. Useimpien kalalajien kohdalla vuosiluokan vahvuus määräytyy kuitenkin jo

ensimmäisen elinvuoden aikana, ja siihen vaikuttavat lähinnä ulkoiset ympäristötekijät kuten sää (Wright ja Snevik 1978, Goodyear ja Christensen 1984, Karås 1989). Erityisen herkkiä ympäristön vaihteluille ovat kalakannat, jotka ovat riippuvaisia vain yhdestä lisääntymisalueesta (Karås 1989). Kalojen happamuuden sietokyky vaihtelee niiden kehitysasteen mukaan. Herkimpiä vaihteita ovat mätä- ja poikasvaiheet. Hapan vesi vaikuttaa haitallisesti myös aikuisiin kaloihin, joten happamoituminen vaikuttaa koko kalapopulaatioon (Vuorinen ym. 1990).

Kalan mädin ja poikasten kuolleisuus kasvaa pH:n laskiessa (Tuunainen ym. 1991). Samoin kuolleisuus kasvaa suhteessa aikaan, jonka mätä tai poikaset joutuvat viettämään happamassa vedessä (Lappalainen ym. 1987). Siten pH-arvon, kalojen kudusta aina siihen asti kun kasvaneet nuoret mateet voivat hakeutua pois suistosta, oletetaan ratkaisevan poikastuotannon suuruus. Sen ajanjakson pituus, jonka Kyrönjoen veden pH on ollut tietyn arvon alapuolella ja joen virtaama tuon ajanjakson aikana, ratkaisee kuinka suuri osa suiston poikastuotantoalueista on joutunut alttiiksi happamalle vedelle ja kuinka kauan altistus on kestänyt. Poikastuotannon epäonnistuminen tai vähentyminen johtuu juuri tuosta altistuksesta.

2.2.2 Veden laatu tutkimusalueella

Tutkimusvuodet voidaan luokitella sen mukaan, miten edullisia ne ovat olleet suisto-alueen madekantojen poikastuotannolle (taulukko 1). Jaon perustana ovat Vaasan vesi- ja ympäristöpiirin pH- ja virtaamamittaukset (liite 1) Skatilassa, noin 35 kilometriä joen suistosta ylävirtaan päin.

pH laskee 0,2–0,3 yksikköä Skatilan ja joen suiston välillä (Storberg 1983). Siten Skatilan pH-arvo antaa kuvan happamuustilanteesta suistossa mutta se ei ole sama kuin se happamuustaso jolle kalanpoikaset ja –mätä suistossa altistuvat. Vuodesta 1983 lähtien on käytettävissä tiedot pH-mittauksista joen suistosta. Jotta näitä mittauksia voitaisiin käyttää vuosien luokitteluun taulukon 1 mukaan, on pH:n raja-arvoja laskettu 0,25 pH-yksiköllä.

2.2.3 Metallipitoisuudet

Veden happamuuden lisääntyessä siihen liukenee maaperästä metalli-ioneita. Näistä metalleista erityisesti alumiini on kaloille myrkyllistä. Toksisia vaikutuksia esiintyy jo pitoisuuksissa 0,15 mg/l (Muniz ja Leivestad 1980). Alumiinin myrkyllisyys kaloille kasvaa pH:n laskiessa (Vuorinen ym. 1990, Tuunainen ym. 1991). Kyrönjoessa ja sen sivujoissa on mitattu yli 4 mg/l pitoisuuksia (Hudd ym. 1984, Rantala 1991), joten alumiinin voidaan olettaa vaikuttavan toksisesti kaloihin. Kyrönjoen vesi on hyvin humuspitoista ja voidaan olettaa humusaineiden sitovan suurimman osan liuenneesta alumiinista, jolloin alumiinin efektiivinen konsentraatio on huomattavasti alhaisempi kuin sen kokonaiskonsentraatio (Hudd ym. 1984, Tuunainen ym. 1991). Myös rauta ja mangaani voivat aiheuttaa ongelmia Kyrönjoella (Hudd ym. 1984). Koska metallipitoisuuksia Kyrönjoella ei ole seurattu riittävän tarkasti, käytetään tässä pH:ta ainoana indikaattorina veden laadusta.

Taulukko 1. Skatilan pH- ja virtaamamittausten raja-arvot, joita käyttäen tutkimusjakson vuodet on luokiteltu sen mukaan, miten edullisia ne ovat poikastuotannolle.

pH	vuorokausien lukumäärä	virtaama Q (m ³ /s)	luokitus
pH<5.0	0 vrk		
pH<5.5	0–10 vrk	ei vaikuta	****
pH<5.0	0 – 5 vrk		
pH<5.5	0–10 vrk	< 100	****
pH<5.0	0 – 5 vrk		
pH<5.5	0–10 vrk	> 100	***
pH<5.0	5 – 10 vrk		
pH<5.5	5 – 10 vrk	< 100	***
pH<5.0	0 vrk		
pH<5.5	> 10 vrk	ei vaikuta	***
pH<5.0	0 – 5 vrk		
pH<5.5	> 10 vrk	ei vaikuta	**
pH<5.0	5 – 10 vrk		
pH<5.5	5 – 10 vrk	> 100	**
pH<5.0	> 10 vrk	ei vaikuta	*

**** = hyvä
 *** = tyydyttävä
 ** = huono
 * = hyvin huono

2.3 Populaatioanalyysi

Kalojen populaatiodynamiikassa käytetään seuraavia käsitteitä:

vuosiluokka = tiettyinä vuotena syntyneet kalat

ikäryhmä = tietyn ikäiset kalat valittuna ajankohtana

rekrytoituminen = kalojen kasvu siihen kokoon, jolloin ne ovat pyydystettävissä käytössä olevilla pyydyksillä.

pre-rekryytti = kala, joka ei ole vielä saavuttanut rekrytoitumiskokoa.

hetkellinen kokonaiskuolevuus (Z) = suure, joka ilmaisee miten suuri osa kalakannasta kuolee tietyn ajanjakson (tässä tapauksessa vuoden) sisällä.

kalastuskuolevuus (F) = se osa kokonaiskuolevuudesta, joka on kalastuksen aiheuttamaa.

luonnollinen kuolevuus (M) = petojen, loisten, sairauksien, kuturasituksen ym. tekijöiden aiheuttama osa kokonaiskuolevuudesta.

Vuosiluokkien suuruuden laskemiseen käytetään populaatioanalyysiä. Tässä tutkimuksessa käytettiin Popen kehittämää VPA:ta (Virtual Population Analysis) (Ricker 1978, Gulland 1983). VPA:n perustana on yhtälöt 1 ja 2.

$$N_t = C_t * Z_t / (F_t(1 - e^{-Z_t})) \quad (1), \text{ jossa}$$

N_t = Vuosiluokan t elossa olevien kalojen lukumäärä viimeisenä vuonna, kun vuosiluokka esiintyy saaliissa

C_t = vuosiluokasta saatujen kalojen lukumäärä kokonaissaaliissa.

Z_t = hetkellinen kokonaiskuolevuus

F_t = hetkellinen kalastuskuolevuus

Yhtälöä (1) käytetään sille vuodelle, jona vuosiluokka t esiintyy saaliissa viimeisen kerran tutkimusajanjakson aikana. Kahdelle toisinaan seuraavalle vuodelle, joiden aikana vuosiluokka esiintyy saaliissa käytetään

$$N_{t-n} = N_{t-n+1}e^{M_m} + C_{t-n} e^{M_m/2} \quad (2), \text{ jossa}$$

M_m = hetkellinen luonnollinen kuolevuus

$n = 1, 2, 3 \dots n$

Jotta VPA:ta voitaisiin käyttää, tarvitaan:

- 1) tiedot vuosittaisesta kokonaissaaliista kiloina.
- 2) tiedot vuosittaisen kokonaissaaliin ikäjakaumasta ja eri-ikäisten kalojen keskipainosta kunakin vuonna.
- 3) tiedot kokonaissaaliista, ikäjakaumasta ja eri ikäisten kalojen keskipainosta ainakin niin pitkältä ajalta kuin yksi vuosiluokka esiintyy saaliissa.
- 4) Arvio luonnollisesta kuolevuudesta.

Jos oletetaan luonnollisen kuolevuuden M pysyvän vakiona voidaan kalastuskuolevuus F ja kokonaiskuolevuus Z eri vuosiluokkien ikäryhmille laskea yhtälöistä 3 ja 4.

$$Z_{t-n} = -\ln(N_{t-n}/N_{t-n-1}) \quad (3), \text{ jossa}$$

Z_{t-n} = kokonaiskuolevuus ikäryhmälle $t-n$

N_{t-n} = ikäryhmän $t-n$ yksilöiden lukumäärä

N_{t-n-1} = ikäryhmän $t-n-1$ yksilöiden lukumäärä

$$F_{t-n} = Z_{t-n} + M_m \quad (4), \text{ jossa}$$

F_{t-n} = kalastuskuolevuus ikäryhmälle $t-n$

Z_{t-n} = kokonaiskuolevuus ikäryhmälle $t-n$

M_m = hetkellinen luonnollinen kuolevuus

Populaatioanalyysissä on eri ikäryhmien kalastuskuolevuuden keskiarvoa käytetty kunkin vuosiluokan kalastuskuolevuuden arvona sinä vuonna, jolloin vuosiluokka

esiintyy viimeisen kerran saaliista. Vanhimmalle havaitulle ikäryhmälle on käytetty kalastuskuolevuuden arvoa 2,5.

Populaatioanalyysistä saadaan yksilöiden lukumäärä kussakin ikäryhmässä vuoden ensimmäisenä päivänä. Analyysi tehtiin Supercalc 5 ja MS Excel 3,0-tilukkolaskentaohjelmaan rakennetulla laskentaohjelmalla (Kjellman 1991). Ohjelma tulostaa kunkin vuosiluokan kalojen lukumäärän kunakin tutkimusvuonna.

2.4 Saalis

2.4.1 Saaliin ikäkoostumus

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on vuodesta 1979 alkaen kerännyt näytteitä madesaaliista Kyrönjoen suistossa (taulukko 2). Kalat on kerätty kutuaikana, ja pyydystystapa- ja paikka ovat tutkimusajanjakson ajan säilyneet muuttumattomina. Kalat on mitattu ja punnittu yhden millimetrin ja yhden gramman tarkkuudella. Kalojen ikä on määritetty otoliiteista.

Taulukko 2. Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueelta otetut madenäytteet vuosina 1979–1992.

vuosi	näytteiden lukumäärä	pyydys
1979	151	rysä
1980	215	rysä
1981	206	rysä
1982	132	rysä
1983	109	rysä
1984	98	rysä
1985	89	rysä
1986	87	rysä
1987	111	rysä
1988	115	rysä
1992	158	rysä

Koska vuoden 1983 saalisnäytteessä kalojen painot puuttuivat, on vuonna 1983 käytetty eri ikäryhmien keskipainona ajanjakson 1979–1982 keskipainoja.

Saaliin ikäjakaumasta ja eri ikäryhmien keskipainosta kalenterivuositain on laskettu eri ikäryhmien prosentuaalinen painojakauma. Painojakauman perusteella on laskettu kokonaissaaliin kalojen lukumäärä eri ikäryhmissä yhtälön (5) mukaan.

$$C_i = \text{ind}\%_a * x_a / (\text{ö}(\text{ind}\%_a * x_a) * m_i) \quad (5), \text{ jossa}$$

C_t = vuosiluokasta saatujen kalojen lukumäärä kokonaissaaliissa vuonna t.
 $\text{ind}\%_a$ = ikäryhmän a prosentuaalinen osuus saalisnäytteessä
 x_a = ikäryhmän a kalojen keskipaino
 m_t = kokonaissaalis vuonna t.

2.4.2. Kokonaissaalis

Kokonaissaalis koostuu ammattikalastuksen ja virkistys- ja kotitarvekalastuksen saaliista. Ammattikalastuksen saalistietoina on tutkimuksessa käytetty RKTL:n saalis-tilastoita pyyntiruuduista 23 ja 24 sekä Österbottens Fiskarförbundin keräämiä tilastoja myyntiin tulleesta kalamäärästä Mustasaaren ja Maksamaan kunnissa. Virkistys- ja kotitarvekalastuksen saalisarvio perustuu Pohjoisen Merenkurkun virkistys- ja kotitarvekalastusselvitykseen vuonna 1981 (Sepponen ja Hildén 1985) ja Merenkurkun virkistyskalastusselvitykseen (Hudd ym. 1987). Viimeksimainitun tutkimuksen osalta on käytetty osa-alueen 7 saalistilastoja. Osa-alue vastaa hyvin tämän tutkimuksen tutkimusaluetta.

Koska myöhempiä selvityksiä kotitarve- ja virkistyskalastuksesta alueella ei ole vielä valmistunut, oletetaan virkistys- ja kotitarvekalastuksen ja ammattikalastuksen suhteellisten saalisosuuksien säilyneen muuttumattomina.

Kokonaissaalis kiloina on laskettu vuosittain seuraavien yhtälöiden mukaan.

$$m_t = m_k + R \cdot m_k \quad (6), \text{ jossa}$$

m_t = vuosittainen kokonaissaalis

m_k = vuosittainen ammattikalastuksen saalis RKTL:n tilastojen mukaan

R = Kotitarve- ja virkistyskalastuksen saaliin suhde ammattikalastuksen saaliiseen Hudd ym. (1987) mukaan.

ja

$$R = m_7/m_{k84} \quad (7), \text{ jossa}$$

m_7 = virkistys- ja kotitarvekalastuksen saalis osa-alueelta 7 (Hudd ym. 1987)

m_{k84} = ammattikalastuksen saalis pyyntiruuduista 23 ja 24 vuonna 1984.

2.5 Saaliin ja pre-rekryyttien menetys

Veden laadun vaihteluista johtuvan saaliin ja pre-rekryyttien menetys lasketaan olettamalla tietty vuosiluokka normaaliksi. Tämä vuosiluokka on ollut samanlaisen kalastusponnistuksen ja luonnollisen kuolevuuden kohteena kuin muutkin vuosiluokat, mutta sitä ei ole kohdannut vedenlaadusta johtuva kalakuolema eikä se ole poikasvaiheensa aikana kärsinyt huonosta veden laadusta. Vuosiluokka, joka valitaan normaaliksi, täytyy olla loppuun kalastettu, eli se ei enää esiinny kaupallisessa saaliissa.

Pre-rekryyttien menetys lasketaan vähentämällä normaalien vuosiluokan yksilöiden lukumäärä tietyssä iässä tutkimukseen kuuluvasta, täysin rekrytoituneen vuosiluokan yksilöiden lukumäärästä vastaavassa iässä.

Olettamalla tietty kalojen lukumäärä ikäryhmässä normaaliksi ja vertaamalla tätä lukua eri vuosiluokkien kalojen lukumäärään vastaavassa iässä, saadaan ero kalantuotannossa. Poikkeamia normaalista pre-rekryyttien lukumäärästä kutsutaan menetykseksi. Siten alempi tuotanto heikommasta vuosiluokasta on positiivinen poikkeama ja korkeampi tuotanto vahvemmassa vuosiluokasta on negatiivinen poikkeama. Jotta eri vuosiluokkia voitaisiin verrata keskenään täytyy vuosiluokkien olla täysin rekrytoituneita. Tässä tutkimuksessa kalantuotanto tarkoittaa kalayksilöiden määrää, joka on elossa määrättyä ajankohtana.

Mikäli jokainen vuosiluokka on saman suuruinen ja saaliin ikäkoostumus pysyy vuodesta toiseen muuttumattomana (kuva 3), on vuosiluokasta saatu kokonaissaalis yhtä suuri kuin yhden kalenterivuoden kokonaissaalis. Siten kunkin kalenterivuoden saaliin menetys voidaan laskea vähentämällä tutkimusvuoden kokonaissaalis normaalista vuosiluokasta sen elinaikana saadusta saaliista. Samoin kuin pre-rekryyttien menetystä laskettaessa merkitään poikkeama, kun saalis on pienempi kuin normaali-vuosiluokasta saatu saalis, positiiviseksi.

Saaliin menetyksen arvo on laskettu kertomalla vuotuinen saaliin menetys (kg) kyseisen kalalajin sen vuoden kilohinnalla. Kalalajien hintana on käytetty Suomen merialueilla kalastajille maksettuja keskihintoja. Hintatiedot on saatu RKTL:n tilastoista. Hinnat on indeksoitu kuluttajahintaindeksillä jolloin eri vuosien saaliin menetyksien arvoja voidaan verrata keskenään.

RKTL:n hintojen vertailuhintoina on käytetty Österbottens Fiskarförbundin vuosikertomuksissa vuosina 1981–1990 esitettyjä hintoja. Österbottens Fiskarförbundin hinnat antavat kuvan paikallisesta hintakehityksestä joka riippuu paikallisesta kysynnästä ja tarjonnasta.

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

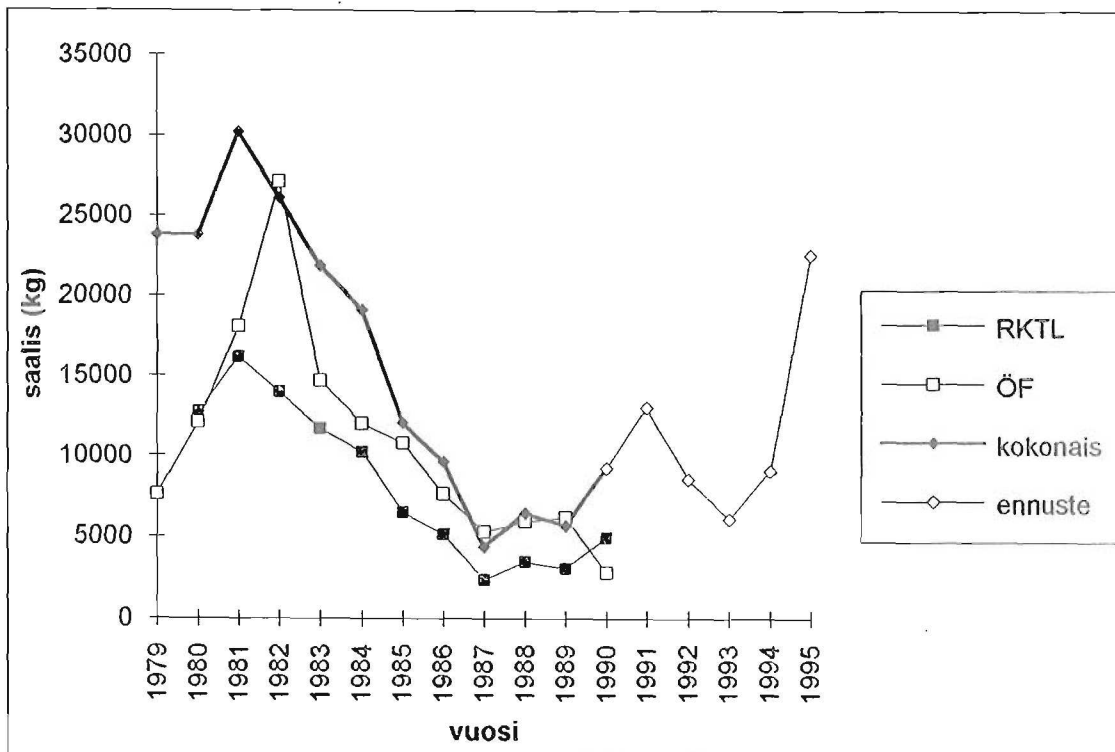
3.1 Saalis

Vuonna 1980 ammattikalastuksen madesaalis Suomen rannikolta oli 160 000 kg. Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen osuus tuosta saaliista oli 1980-luvun alussa 10 %. Vaikka rannikon madesaalis vuonna 1985 oli enää 90 000 kiloa, Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen osuus oli vain 7 %. Kun rannikon madesaalis 1980-luvun loppua kohti nousi samalle tasolle kuin vuosikymmenen alussa, väheni Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen osuus saaliista – vuonna 1990 se oli enää 3 %.

Kotitarve- ja virkistyskalastuksen madesaalis oli Hudd ym:n (1987) tutkimuksen perusteella laskettuna 71 % ammattikalastuksen madesaaliista. Sepponen ja Hildénin (1981) tutkimuksen perusteella laskettuna kotitarve- ja virkistyskalastuksen saalis oli 77 % ammattikalastuksen saaliista. Jatkossa on kotitarve- ja virkistyskalastuksen madesaaliin määränä käytetty 71 % RKTL:n tilastoimasta ammattikalastuksen made-

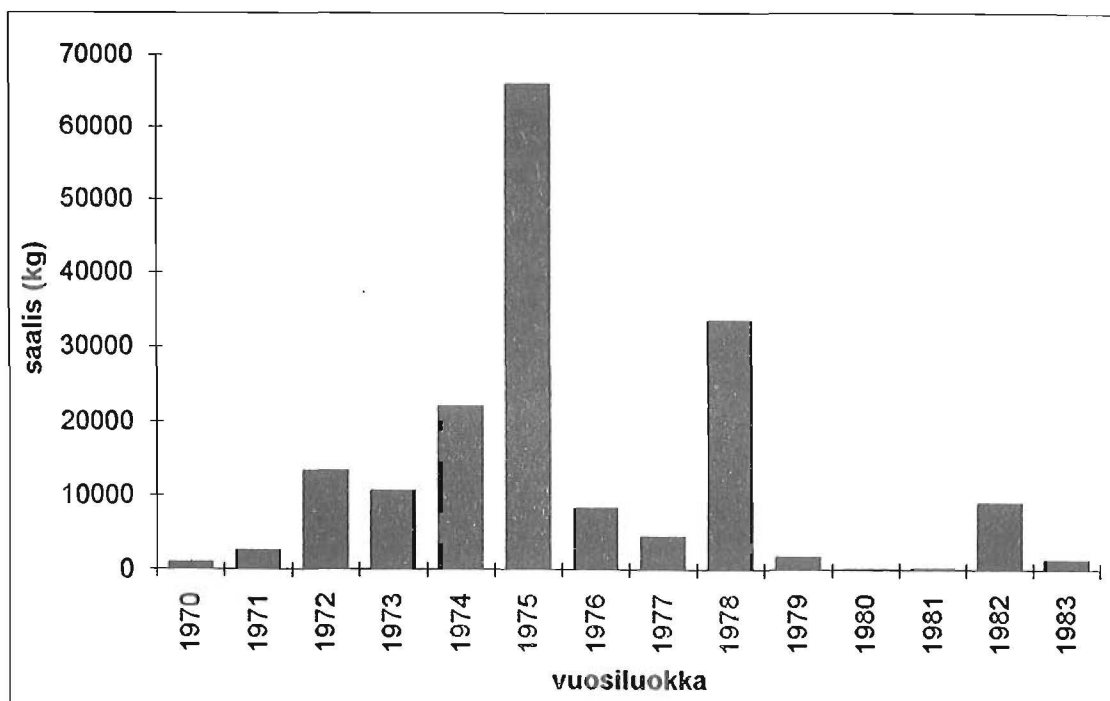
saaliista.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Österbottens Fiskarförbundin tilastojen madesaaliiden kehitys on hyvin samankaltainen vuoden 1982 jälkeen (kuva 1). ÖF:n vuoden 1982 korkea saalisarvio perustuu Mustasaaren alueen yli kaksinkertaiseen saaliiseen vuosiin 1981 ja 1983 verrattuna. Vuosi 1982 on yksi vahvan vuosiluokan 1975 rekrytoitusvuosista (kuva 1), mutta se ei riitä selittämään näin suurta saaliin nousua. Koska Mustasaaren vuoden 1982 saalistietoja ei enää ole käytettävissä, ei vuoden 1982 saalisarviota voida tarkistaa. Voi olla, että kyseessä on laskuvirhe (Svanbäck, suullinen tiedonanto).



Kuva 1. Madesaalis Kyrönjoen suistoalueella vuosina 1979–1990 ja ennuste saaliista vuosille 1991–1995. Ammattikalastuksen saalisarvio perustuu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Österbottens Fiskarförbundin tilastoihin. Kokonaissaalis perustuu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen saalistilastoihin.

Erot RKTL:n ja ÖF:n ammattikalastuksen saalisarvioissa johtuvat erilaisista saalistietojen keräilytavoista. RKTL:n saalisarviot perustuvat kalastajien asetuksien 255/88 ja 625/75 perusteella jättämistä saalistiedoista tehtyihin estimaatteihin. ÖF:n saalisarviot perustuvat kalan ostajien punnitsemiin kalamääriin Mustasaaren ja Maksamaan kunnissa. Suuri osa kalastajista tutkimusalueella ei ole ilmoittanut saaliitaan RKTL:lle tai on ilmoittanut vain osan saaliistaan (Österholm–Granqvist 1989). Toisaalta ÖF on lisännyt kalakaupalta saamiinsa saalistietoihin 15 % koska saalistietojen kerääminen on osittain puutteellista (Österbottens Fiskarförbund 1980–1990). Todellinen saalis lienee tässä tapauksessa lähempänä ÖF:n arviota.

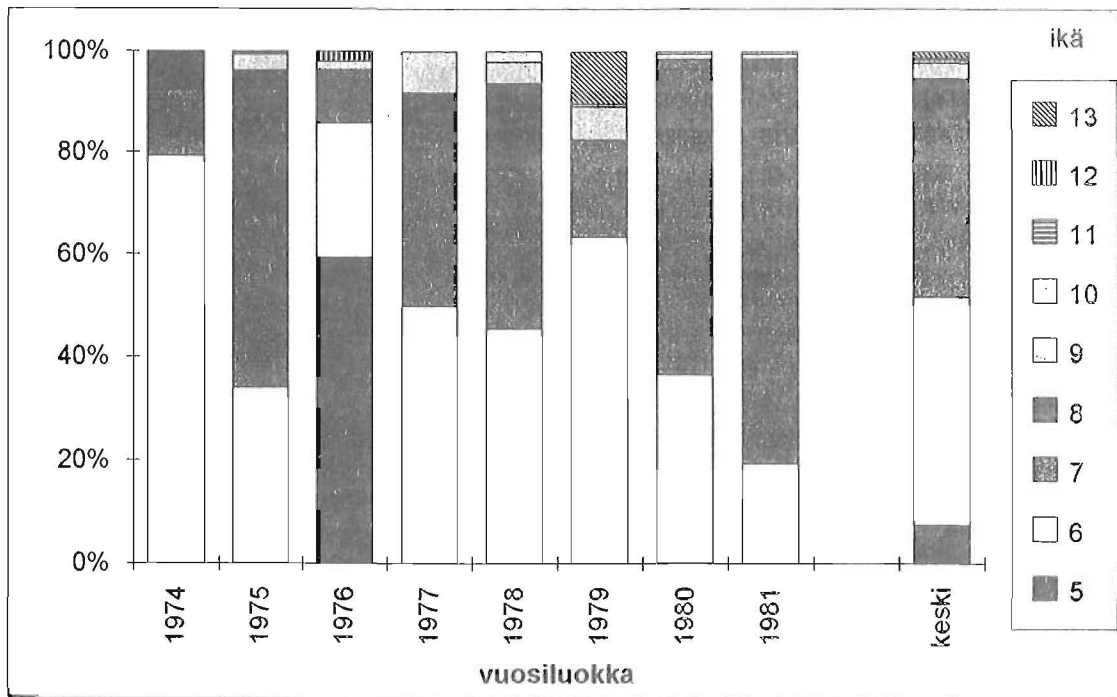


Kuva 2. Vuosiluokista 1970–1983 saatu madesaalis Kyrönjoen suistossa. Saalis perustuu laskettuun kokonaissaaliiseen.

Koska 1980-luvulla ei ole tapahtunut suuria kalakuolemia (Hudd ym. 1984, Österholm–Granqvist 1989), oletetaan vähentyneen saaliin johtuvan poikastuotannon ja rekrytoitumisen epäonnistumisesta. Leivestad ym. (1976) päättelivät että kalakan-
tojen pienentyminen happamoituneissa vesistöissä usein johtuu juuri poikastuotannon epäonnistumisesta, vaikka kalakanta voi kärsiä myös joukkokuolemista. Mäti ja vasta-
kuoriutuneet poikaset ovat herkempiä happamuudelle kuin vanhemmat kalat (Wright ja Snevik 1978). Lisäksi aikuiset mateet eivät pH-minimin aikana oleskele Kyrönjoen suiston sisäosissa, vaan ulompana merellä (Hudd ja Lehtonen 1987).

Kahdeksan vuoden iässä on vuosiluokan kokonaissaaliista kalastettu keskimäärin 94% (kuva 2). Suhteellisesti vahvat vuosiluokat esiintyvät saaliissa pidempään, joten niillä rekrytoitumisprosentti tietyssä iässä voi olla alhaisempi kuin vuosiluokilla keskimäärin. Tutkimuksen kannalta riittävä varmuus saadaan, jos oletetaan, että vuosiluokka on täysin rekrytoitunut vähintään kahdeksan vuoden iässä, joten vuosiluokkia 1974–1980 voidaan vertailla keskenään. Koska vuosiluokka 1981 on suhteellisen pieni, voidaan sen olettaa rekrytoituneen täysin jo seitsemän vuoden iässä. Siten vuosiluokkia 1974–1981 voidaan vertailla keskenään (kuva 2).

Saaliin ikäjakauman perusteella voidaan päätellä, että Kyrönjoen suiston madekanta on 1980-luvulla ollut intensiivisen kalastuksen kohteena. Heikkojen vuosiluokkien esiintyminen saaliissa on epäsäännöllistä. Vuosiluokkien heikkouden takia niistä saadaan saaliiksi vain vähän kalayksilöitä, ja siten pienetkin muutokset saaliskalojen lukumäärässä näkyvät suurina prosentuaalisina muutoksina. Kun kaikille vuosiluokille annetaan sama suhteellinen paino, niiden keskimääräinen esiintyminen saaliissa muistuttaa vahvojen vuosiluokkien (1975 ja 1978 esiintymistä (kuva 3).



Kuva 3. Saaliskoostumus ikäluokittain vuosiluokille 1974–1981 sekä keskiarvo vuosiluokista 1974–1981.

3.2 Kasvu

3.2.1 Kyrönjoen madekannan kasvu

Yleensä Kyrönjoen suiston made saavuttaa rekrytoitumispainon viidentenä elinvuotenaan. Vuosiluokat 1976, 1982 ja 1983 poikkeavat säännöstä. Ne ovat saavuttaneet 500 gramman painon, jota pidetään rekrytoitumispainona, aikaisemmin. Vuosiluokkien 1982 ja 1983 keskipainot neljävuotiaina olivat 604 ja 500 grammaa. Myös vuosiluokka 1976 saavutti viidensadan gramman painon neljäntenä elinvuotenaan.

Kalan kasvu nopeutuu kun kilpailu ravinnosta vähenee populaation pienentyessä (Nikolskii 1965, Weatherley 1972), mikä on havaittu myös useissa happamoituneissa suomalaisissa järvissä (Tuunainen ym. 1991). Koska kolmevuotiaiden lukumäärä Kyrönjoen suiston madekannassa on VPA:n mukaan vähentynyt 76 % vuodesta 1979 vuoteen 1984 (kuva 6), voidaan nopeutuneen kasvun olettaa johtuvan kalakannan alentuneesta tiheydestä. T-testillä ($P < 0,05$) havaitaan tilastollinen ero keskipituudessa ja -painossa vuosiluokkien 1982 ja 1983 nelivuotiaiden kalojen ja muiden tutkimukseen kuuluneiden vuosiluokkien nelivuotiaiden välillä. Kolmevuotiailla ei eroa havaita. Kolmevuotiaiden painoeroa ei ehkä huomata siksi, että rysät ovat selektiivisiä pyydyksiä ja kalastavat vain suurimmat kolmevuotiaat mateet. Saalisnäytteissä oli kaikkiaan 116 kappaletta kolmevuotiaita ja 278 kappaletta nelivuotiaita, mikä on osoitus siitä, että kolmevuotiaat ovat vain osittain rekrytoituneet rysäsaaliiseen (taulukko 2). Nelivuotiaiden korkeampi keskipaino vuosiluokissa 1982 ja 1983 ei voi johtua eri sukupuolien erilaisesta osuudesta saaliissa eri vuosina, sillä madekoiraiden

ja -naaraiden kasvussa ei ole havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa (Lehtonen 1972, Bengtsson 1973). T-testillä ei löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa Kyrönjoen suiston madekannan koiraiden ja naaraiden koolle tutkituissa ikäryhmissä.

Taulukko 3. Mateen keskipaino (g) keskipituus (cm) ja keskiarvojen keskipoikkeamat (s) iän ja sukupuolen mukaan Kyrönjoen suiston rysäsaaliista kerätyissä näytteissä 1979–1988. 1=koiraat, 2=naaraat, 1+2 = koiraat ja naaraat yhdessä sekä kalat, joiden sukupuolta ei ole määritetty.

ikä		g	s	cm	s	n
3	1	232,6	109,5	33,5	4,56	72
	2	223,2	128,0	34,6	4,82	39
	1+2	224,0	116,4	33,6	4,77	116
4	1	339,7	180,0	36,8	6,47	175
	2	367,6	207,5	37,3	5,54	95
	1+2	344,8	189,8	36,9	6,18	278
5	1	487,5	257,4	42,1	5,64	122
	2	512,6	317,6	41,1	6,64	133
	1+2	494,5	291,2	41,6	6,17	267
6	1	636,9	346,7	43,8	6,32	119
	2	782,7	445,6	46,3	6,98	110
	1+2	698,5	403,0	44,8	6,78	234
7	1	829,1	470,2	47,7	6,61	43
	2	782,7	445,6	46,3	6,98	110
	1+2	698,5	403,0	44,8	6,78	234
8	1	1175,7	585,2	52,1	6,78	21
	2	1451,9	525,0	55,6	7,11	21
	1+2	1313,8	566,6	53,8	7,09	42
9	1	1162,4	782,4	51,0	10,4	11
	2	1443,1	1016,9	54,5	9,38	18
	1+2	1336,6	930,4	53,2	9,75	29
10	1	1458,0		58,0		1
	2	1182,8	526,7	49,9	5,48	6
	1+2	1222,1	492,0	51,1	5,86	7
11	1	1500,0		64,0		1
	2	2352,5	1198,6	60,8	8,84	3
	1+2	2068,3	980,1	61,8	6,53	3
12	1	1240,0		53,0		1
13	2	4450,0		79,5		1

Vuosiluokka 1982 näyttää saaliin suhteellisen vuosiluokkarunsauden perusteella olevan vahva. Sitä tukee myös se, että nelivuotiaiden koirasmateiden keskipaino on vuosiluokassa 1984 korkeampi kuin vuosiluokassa 1982. Kyseisten vuosiluokkien naaraiden välillä ei ole eroa keskipainossa. Myöskään vuosiluokkien 1982 ja 1985 kolmevuot-

tiaiden mateiden keskikoossa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Siten suhteellisen vahvasta vuosiluokasta 1982 johtuva populaation koon kasvu ei näyttäisi olevan riittävä hidastaakseen kalojen kasvua.

3.2.2. Kyrönjoen ja Pietarsaaren alueen madekantojen vertailu

Kaksisuuntainen t-testi merkitsevyystasolla 0,05 osoittaa, että Kyrönjoen mateen kasvu painon lisäyksenä on ikäryhmillä kolmesta kahdeksaan ja vuosien 1979–1988 saaliissa hitaampaa kuin Pietarsaaren alueella (Böhling ym. 1991). Jos tarkastellaan vain vuosien 1985–1988 saalista, eli vuosia joiden aikana Pietarsaaresta on kerätty aineistoa, ei selvää eroa voida löytää. Vuosina 1985–1988 Kyrönjoen suiston kolmevuotiaat mateet ovat sekä keskipituudeltaan että keskipainoltaan pienempiä kuin Pietarsaaren alueen mateet, mutta nelivuotiailla ero on päinvastainen. Kyrönjoen suiston viisivuotiaat mateet ovat samanhävinöisiä mutta pitempiä kuin Pietarsaaren alueella. Kuusivuotiaat ovat samankokoisia molemmilla alueilla, mutta seitsemävuotiaat ovat pienempiä Kyrönjoessa. Kahdeksan- ja yhdeksänuotiaat ovat jälleen samanhävinöisiä ja -pituisia.

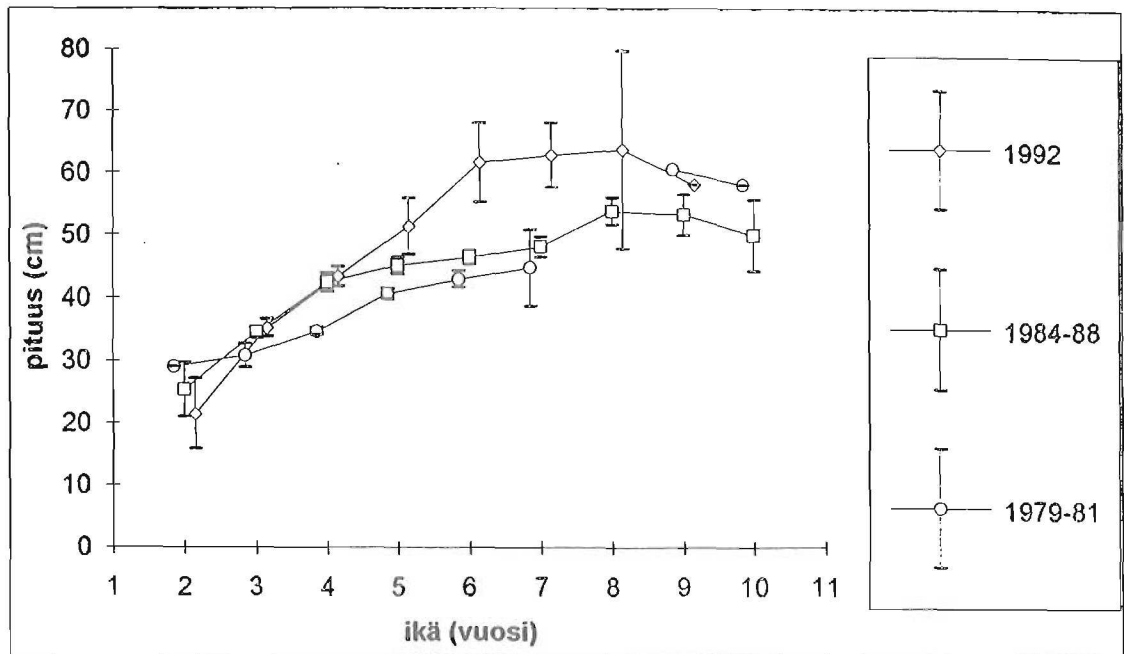
Mikäli Kyrönjoen suistossa tapahtunut mateen kasvun muutos riippuisi pelkästään populaation pienenemisestä, tulisi seitsemänuotiaiden ja sitä vanhempien mateiden olla Kyrönjoen suistossa pienempiä kuin Pietarsaaren alueella. Kuusivuotiaiden ja sitä nuorempien mateiden tulisi Kyrönjoen suistossa olla suurempia tai samankokoisia kuin vastaavan ikäisten mateiden Pietarsaaren alueella. Koska selvää eroa ei havaita, voidaan Kyrönjoen suiston madekannan pienenemisen olettaa olevan yksi, mutta ei ainoa syy kasvun nopeutumiseen. Voidaan olettaa, että abioottiset tekijät, jotka ovat luultavasti samansuuntaisia niin Kyrönjoen suistossa kuin Pietarsaaren alueellakin, ovat syynä muutoksiin mateen kasvussa. Madekannan pieneneminen ei välttämättä ole tapahtunut pelkästään Kyrönjoen suistossa. Mateen nopeampi kasvu Pietarsaareissa vuosina 1985–1988 verrattuna vuosiin 1978–1988 Kyrönjoen suistossa voi johtua madekantojen pienenemisestä vuosien 1983 ja 1985 välillä niin Kyrönjoen suistossa kuin Pietarsaarenkin alueella. RKTL:n saalistilastojen mukaan Pietarsaaren alueen (pyyntiruutu 19) madesaalis olisi pienentynyt 50 % vuosien 1980 ja 1988 välillä. ÖF:n saalistilastojen mukaan madesaalis Uudenkaarlepyyn ja Kokkolan välisellä rannikolla olisi noussut saman verran. (Böhling ym. 1991). Jos oletetaan että ÖF:n arvio on lähempänä totuutta on ammattikalastuksen saalis vuosien 1980 ja 1988 välisenä aikana pysynyt kutakuinkin vakaasti noin 20 tonnina.

3.2.3 Saalisnäyte vuonna 1992

Madenäyte vuonna 1992 otettiin kolmen vuoden tauon jälkeen. Saalisnäytteen ikäjakauma oli tyypillinen kasvavan populaation ikäjakauma (esim. Weatherley 1972). Ikäryhmät 3 ja 4 olivat runsaita, eikä yksikään vanhemmista ikäryhmistä puuttunut. Ikäryhmissä 5–8 kalojen koko oli selvästi kasvanut, niiden keskipituus ja keskipaino olivat suuremmat kuin aikaisemmin (kuva 4). 3- ja 4-vuotiaiden koko oli vastaava kuin aikaisemmissa saalisnäytteissä vuosilta 1985–1988.

Kasvun nopeutuminen vuodesta 1979 vuoteen 1992 viittaa muutokseen madepopulaatiossa. Koska made on happamuudelle herkkä laji, se kärsii happamoitumisesta luultavasti enemmän kuin monet muut lajit, jotka käyttävät

Kyrönjoen suistoa lisääntymisalueenaan. Siten voidaan esim. olettaa että mateen ravinnon saatavuus alueella on kasvanut ja johtanut kasvun nopeutumiseen.



Kuva 4. Mateen pituuskasvu Kyrönjoen suistossa vuosina 1979–1988 ja 1992. Pystysuorat viivat osoittavat 95 %:n luottamusvälejä.

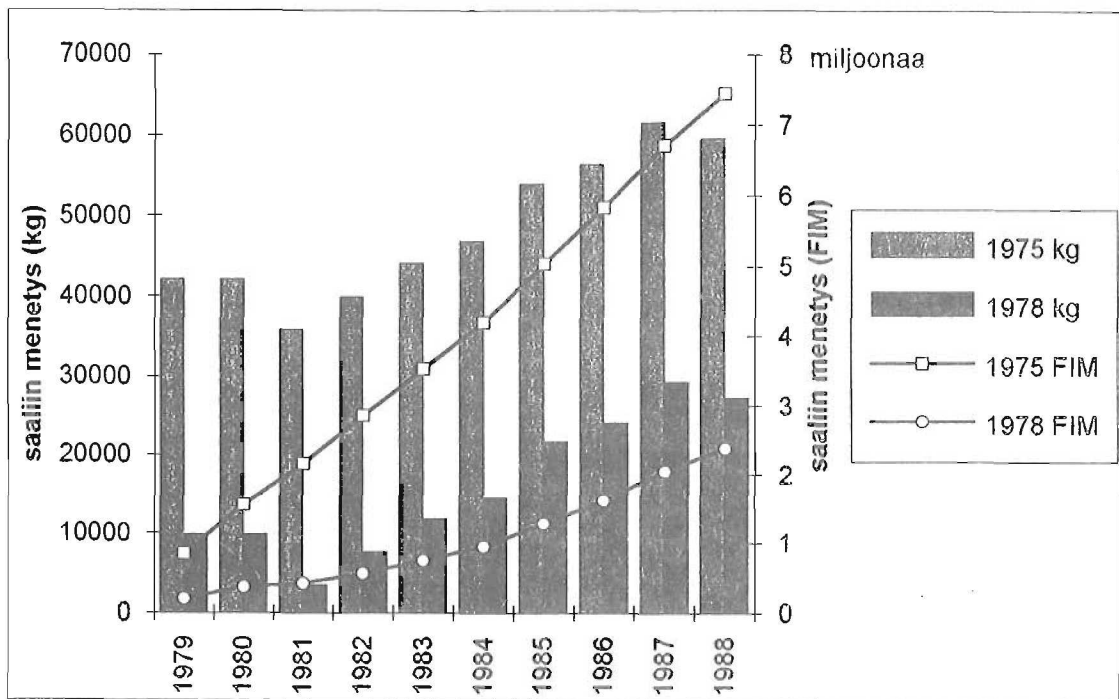
3.3 Saaliin menetys vuosina 1979–1988

Kalastuskaudesta 1967–1968 kalastuskauteen 1973–1974 on kalakauppojen ostama mateen määrä tutkimusalueella pysytellyt kutakuinkin vakaana, vuosina 1972–1974 se oli noin 25 000 kiloa kalastuskautta kohti (Hudd ym. 1984). Jos oletetaan, että virkistys- ja kotitarvekalastuksen saalis on ollut kalastuskaudesta 1967–1968 lähtien 71 % ammattikalastuksen saaliista (Hudd ym. 1987), saadaan vuotuiseksi kokonaissaaliiksi Kyrönjoen suiston madekannasta noin 40 000 kg. Jotta kalakannasta saatava vuosisaalis pysyisi vakaana täytyy jokaisen vuosiluokan tuottaa keskimäärin yhden vuoden kokonaissaalista vastaava saalis. Tässä tapauksessa voidaan sellainen vuosiluokka, jonka mäti- ja poikasvaiheen aikana veden laatu on ollut hyvä, valita normaaliksi vuosiluokaksi. Taulukon 1 mukaan tällaisia vuosia ovat 1975 ja 1978. Vuosiluokista 1975 ja 1978 saatiin 60 000 ja 34 000 kilon kokonaissaaliit. Niiden perusteella voidaan arvioida että mikäli lisääntyminen onnistuu, Kyrönjoen suiston madekanta kestää noin 40 000 kg:n vuotuisen kalastuksen.

Vuosiluokkien luonnollisen runsaudenvaihtelun vuoksi (Weatherley 1972) voidaan sekä vuosiluokkaa 1975 että vuosiluokkaa 1978 pitää normaaleina. Mikäli vuosiluokan 1975 suuruutta pidetään normaalina, saadaan vuosien 1979–1988 yhteenlasketuksi saaliin menetykseksi 483 000 kg. Mikäli vuosiluokka 1978 asetetaan normaaliksi, saadaan saaliin menetykseksi vastaavasti 160 000 kg. Vuoden 1988 rahan arvolla laskettuna saadaan saaliin menetyksen bruttoarvoksi 7,45 milj. mk tai 2.38 milj. mk (kuva 5). Vuoden 1988 rahassa laskettuna vuosien 1979–1988 mateen kokonaissaaliin arvo oli 2.91 milj. mk. Vuosien 1979–1988 toteutunut kokonaissaalis on keskimäärin

17800 kg / vuosi, joten Kyrönjoen suiston madekannasta saatu saalis on 27-53 % siitä, mitä se olisi ollut lisääntymisen onnistuessa.

ÖF:n saalis- ja hintatietojen perusteella on kaupallisen saaliin arvo kymmenvuotis-kauden aikana ollut 1,9 miljoonaa markkaa vuoteen 1988 indeksoituna. Siten kokonaissaaliin arvo samana ajanjaksona olisi ollut 3,1 miljoonaa markkaa, ja saaliin menetyksen arvo 9,7-3,6 miljoonaa markkaa. Korkeammat luvut johtuvat korkeammasta kilohinnasta ja suuremmasta saalisarviosta. Vuoden 1982 saalisarvion suuruus johtaa vuosiluokasta 1975 saaduksi arvioidun saaliin suureen kasvuun. ÖF:n saalistilastojen perusteella olisi saalis vuosiluokasta 1975 peräti 80 tonnia. Vuosiluokasta 1978 saatu saalis olisi 42 tonnia.



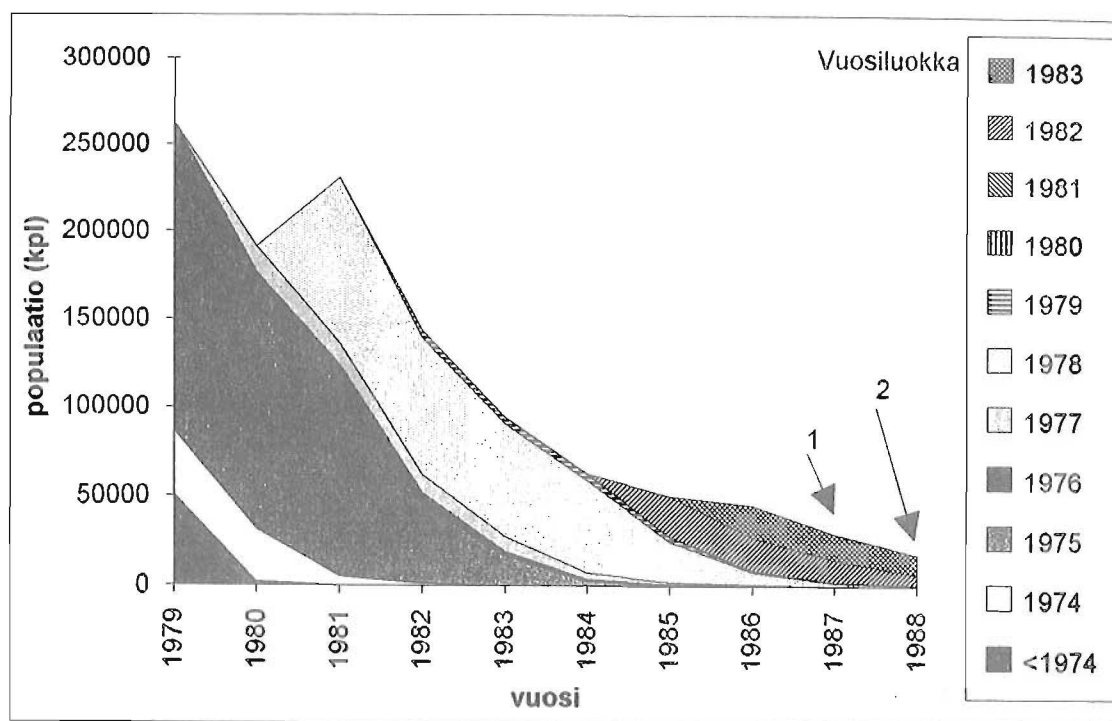
Kuva 5. Saaliin menetys ja saaliin menetyksen kumulatiivinen arvo vuodesta 1979 vuoteen 1988. Normaleina vuosiluokkina on käytetty vuosiluokkia 1975 ja 1978. Hinnat on indeksoitu vuoteen 1988.

3.4 Populaatioanalyysi

3.4.1 VPA

Käyttämällä samoja saaliita ja eri-ikäisten kalojen keskipainoja kuin saaliin menetyksen arvioinnissa laskettiin eri vuosiluokkien madekannan koot kalenterivuositain yhtälöiden 1 ja 2 mukaan. Yhtälöllä 2 on lisäksi laskettu vuosiluokkien 1974 ja 1975 kolmivuotiaiden lukumäärät lähtien vastaavien vuosiluokkien viisivuotiaiden kalojen lukumäärästä. Koska vuosiluokkien 1974 ja 1975 kolmi- ja nelivuotiaiden keskipaino alittaa 500 grammaa oletettiin, ettei kolme- ja nelivuotiaita kaloja näistä vuosiluokista ole esiintynyt saaliissa.

Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvityksen 1980–1982 mukaan oletettiin luonnollisen kuolevuuden rekrytoituneelle madekannalle olevan 0,2 (Hudd ym. 1984). Tätä luonnollisen kuolevuuden arvoa käytettiin VPA:ssa. Kokonaiskuolevuuden (Z) keskimääräiseksi arvoksi saatiin populaatioanalyysistä 1,2. Vuonna 1983 tehtyjen merkintöjen ja takaisinpyynnin perusteella saatiin kokonaiskuolevuuden arvoksi 1,0 (Hudd ym. 1984). Luonnollisen kuolevuuden nostaminen arvoon 0,3 ei muuttanut kokonaiskuolevuuden arvoa merkittävästi. Koska mateen kalastus tutkimusalueella on intensiivistä, luonnollinen kuolevuus lienee alempi kuin 0,3. Siten luonnollisen kuolevuuden arvoa 0,2 on käytetty pre-rekryyttien menetystä laskettaessa.



Kuva 6. Madekannan kolmevuotiaiden ja vanhempien kalojen määrä vuodesta 1979 vuoteen 1988. $M=0,2$. Vuosiluokkien 1982 ja 1983 määrät perustuvat arvioon. Vuosiluokka -84 puuttuu nuolen 1 kohdalta ja vuosiluokka -85 nuolen 2 kohdalta.

Kokonaiskuolevuuden ja luonnollisen kuolevuuden arvojen laskemisessa on käytetty tutkimukseen kuuluvien vuosien keskiarvoa lukuunottamatta vuosiluokkia 1970, 1973 ja 1974 vuonna 1979. Kyseiset vuosiluokat on jätetty pois laskuista niiden poikkeavan kalastuskuolevuuden arvon takia.

Poikastuotannon menetys näkyy pienentyneenä kolmevuotiaiden kalojen lukumääränä vuodesta 1982 lähtien (kuva 6). Vastaava saaliin pienentyminen tapahtui kolme vuotta myöhemmin (kuva 1). Myös paikallisten kalastajien kanssa keskustelemalla saa varmistuksen siitä, että rekrytoitumisen pieneneminen oli yhtenä syynä madesaaliiden vähenemiseen. Kalastajien mukaan saaliiden pieneneminen alkoi siten, että ensin saaliista hävisivät pienet mateet. Kuva 6 voi olla harhaanjohtava vuosiluokkien 1982 ja 1983 osalta, sillä näiden vuosiluokkien suuruus perustuu arvioon. Kalojen lukumäärä on laskettu käyttämällä saaliin ikäjakaumaa (kuva 3) ja yhtälöitä neljä ja viisi. Arviointi on epävarmaa, koska vuosiluokat 1982 ja 1983 ovat alkaneet esiintyä saaliissa jo nelivuotiaina. Aikaisemmista vuosiluokista vuosiluokka 1976 alkoi esiintyä saaliissa viisivuotiaana ja muut vuosiluokat vasta kuusivuotiaana, joten vuosiluokkien

1982 ja 1983 nelivuotiaana rekrytoitumisen vaikutusta on vaikea arvioida. Arvioinnissa on vuosien 1986–1988 saaliin arvioitu sisältävän 63,7 % vuosiluokasta 1982 saaliiksi saatavista mateista. Se vastaa muiden vuosiluokkien viisi- ja kuusivuotiaiden mateiden saalisosuuden keskiarvoa (kuva 3). Vuosiluokan 1983 osalta on vuoden 1988 saaliin arvioitu olevan 8,5 % vuosiluokasta saatavasta kokonaissaaliista. Se vastaa keskimääräistä viisivuotiaiden kalojen osuutta vuosiluokan kokonaissaaliista (kuva 3).

3.4.2 Pre-rekryyttien menetys

Pre-rekryyttien menetystä arvioitaessa on normaalin vuosiluokan poikastuotantoa verrattu muiden vuosiluokkien poikastuotantoon vähentämällä tietyn ikäisten kalojen lukumäärät toisistaan. Jotta saataisiin paras mahdollinen kuva poikastuotannon menetyksestä tulisi verrata toisiinsa 0+ -ikäisten kalojen lukumääriä eri vuosien välillä. Koska mitään varmaa menetelmää 0+ -ikäisten poikasten lukumäärän laskemiseksi ei ole käytettävissä, on nuorin VPA:sta saatava ikäryhmä valittu vertailtavaksi ikäsyhmäksi. Siten poikastuotannon menetys saadaan laskettua pre-rekryyttien lukumäärän menetyksenä.

Pre-rekryyttien menetyksen laskemiseksi valittiin normaaleiksi samat vuosiluokat (1975 ja 1978) kuin edelläkin. Koska madeverkkojen ja -rysien pyyntipaikat vuonna 1989 olivat kutakuinkin samat kuin vuosina 1979–1980 (Österholm–Granqvist 1989) ja madekannan hyödyntämisaste vaihteli vuosina 1979–1982 vain vähän 0,6 ja 0,7 välillä, oletettiin mateenkalastuksen pyyntiponnistuksen pysyneen suunnilleen samana koko tutkimusjakson ajan. Siten kolmivuotiaiden lukumäärää voidaan käyttää mittana vähentyneelle poikastuotannolle.

Laskemalla yhteen kolmivuotiaiden lukumäärä kahdeksan eri vuosiluokan osalta (1974–1981) ja jakamalla se kahdeksan kertaa normaalin vuosiluokan kolmivuotiaiden lukumäärällä saadaan tulokseksi, että kolmivuotiaiden lukumäärä vuosiluokissa 1974–1981 on ollut 26 % siitä mitä sen olisi pitänyt olla jos vuosiluokka 1975 oli normaali. Vastaavasti pre-rekryyttien lukumäärä on ollut 50 % siitä, mitä sen olisi pitänyt olla, jos vuosiluokkaa 1978 pidetään normaalina. Kalojen lukumääräksi muutettuna kolmivuotiaiden menetys on ollut 992 000 tai 346 000 kappaletta, kun luonnolliselle kuolevuudelle on käytetty arvoa 0,2.

3.4.3. Kompensaatio vuosille 1979–1988

Vesilain mukaan vahinko täytyy estää, mikäli se on kohtuullisin kustannuksin mahdollista. Mikäli vahingon aiheuttamista ei voida välttää, täytyy aiheutunut vahinko kompensoida. Kalojen osalta tämä käytännössä tarkoittaa useimmiten kalanpoikasten istutuksia (esim. Salojärvi 1979). Koska VPA:ta ei voida käyttää kaksivuotiaille tai sitä nuoremmille kaloille, ei kolmevuotiaiden kalojen menetystä voida suoraan käyttää laskettaessa sitä mateenpoikasten istutusmäärää, jolla Kyrönjoen suiston madekanta pysyisi vakaalla tasolla. VPA:n avulla voidaan kuitenkin laskea kaksivuotiaiden kalojen lukumäärä kalakannassa, mikäli oletetaan että kuolevuus toisen vuoden aikana on 50 % ja kolmannen vuoden aikana 33 %. Siten luonnollinen kuolevuus M olisi 0,69 toisena ja 0,43 kolmantena vuotena. Jos lisäksi oletetaan, että kuolevuus jakautuu tasaisesti koko vuodelle ja että kompensatioistutus tapahtuu loka–marraskuussa

voidaan olettaa, että 3/4 kaloista jotka kuolevat yksivuotiaina on jo kuollut istutus-päivämäärään mennessä. Mikäli kompensatioistutus tapahtuu kaksikesäisillä mateen-poikasilla, voidaan pre-rekryyttien menetys kompensatiotarkoitusta varten laskea. Yhtälöstä 2 saadaan ylläolevia kuolevuusarvoja käyttäen pre-rekryyttien menetykseksi vuosiluokista 1974–1981 2,1 miljoonaa kaksikesäistä (ikäryhmä 1+) madetta.

Kaksikesäisten mateiden menetys on laskettu olettaen vuosiluokka 1975 normaaliksi ja luonnollisen kuolevuuden arvoksi kolmevuotiaista lähtien 0,2. Jos oletetaan kaksikesäisten mateenpoikasten hinnaksi 10 mk/kg (Österbottens Fiskarförbund 1990) ja niiden keskipainoksi 100 grammaa saadaan pre-rekryyttien menetyksen arvoksi 2,6 miljoonaa markkaa kymmenvuotiskauden ajalta. Jos vuosiluokka 1978 valitaan normaaliksi saadaan pre-rekryyttien menetyksen määräksi 890 000 kappaletta joka vastaa 1,1 miljoonaa markkaa kymmenvuotiskauden ajalta. Jos luonnollinen kuolevuus kahden ensimmäisen elinvuoden aikana korotetaan 1,18 ja 1,47, jotka arvot perustuvat Elorannan (1985) laskemiin mateen populaatiotiheyksiin suomalaisen järvieko-systeemin kivikkorannoilla, saadaan pre-rekryyttien menetykseksi 6,4 ja 2,8 miljoonaa kaksikesäistä poikasta. Kymmenvuotiskauden aikana se merkitsee 8,1 tai 3,5 miljoonan markan menetystä. Koska Elorannan (1985) laskemat kuolleisuusarvot perustuvat pienen koeruodon alalta laskettuihin kalatiheyksiin ja kalojen vanhetessa voidaan niiden olettaa leviävän laajemmalle alalle ja kenties muuttavan pois litoraalista, ovat arviot kuolevuudesta todennäköisesti yliarvioita.

Kymmenvuotiskauden mateen poikastuotannon tappioiden kompensointi mateita istutamalla vaatisi siten 1,1–2,6 miljoonaa kaksivuotiaista madetta, joiden hinta on 1,1–2,6 miljoonaa markkaa vuoden 1988 rahan arvolla laskettuna.

3.5 Kyrönjoen veden laatu ja vuosiluokan vahvuus

3.5.1 Vedenlaatu ja poikastuotanto

Vuodet voidaan luokitella sen mukaan, kuinka edulliset olosuhteet mateen poikastuotannolle Kyrönjoen vaikutusalueella on ollut (taulukko 3). Luokittelun perustana olevat veden laatutiedot esitettiin taulukossa 1.

Vahvoilla vuosiluokilla 1975 ja 1978, jolloin pH ei ole laskenut alle 5,5 pikäksi aikaa, on ollut keskeinen merkitys tutkimusalueen mateen kalastukselle ja madesaaliille. Erittäin heikot vuosiluokat 1979–1981 syntyivät kaikki vuosina, jolloin pH laski alle viiden ennen kesäkuuta. Myös vuonna 1974 pH on ollut viiden tienoilla koko kevään ja vuonna 1978 laskenut alle viiden kesäkuussa. Vuonna 1979 Kyrönjoen suistossa oli tyydyttävä veden laatu, mutta syntynyt vuosiluokka ei ollut erityisen vahva. Vuosi 1979 on ainoa selvä poikkeus veden laadun ja vuosiluokan vahvuuden välisestä yhteydestä. Vuosi on voitu luokitella väärin, sillä vuonna 1979 pH mitattiin vain kaksi kertaa 20.3. ja 15.6. välisenä aikana. Molemmat mittaukset tehtiin toukokuun puolivälissä ja kumpanakin mittauskertana pH oli alle viiden. Mittaukset on kuitenkin tehty lyhyen ajan sisällä ja niiden perusteella ei voitu arvioida veden laatua pitemmän ajanjakson kuluessa. Mittauksissa 20.3. ja 15.6. veden laatu on ollut hyvä, joten vuosi 1979 luokiteltiin veden laadultaan tyydyttäväksi.

Taulukko 4. Mateen poikastuotannon onnistumismahdollisuudet Kyrönjoen suistossa pH- ja virtaamamittausten perusteella.

vuosi	edellytykset poikastuotannolle
1975	hyvä
1976	erittäin huono
1977	erittäin huono
1978	hyvä
1979	tydyttävä
1980	erittäin huono
1981	huono
1982	tydyttävä

Kyrönjoen veden happamuus ja virtaama kudusta loppukesään eivät ole ainoat tekijät, jotka vaikuttavat vuosiluokkien runsauden vaihteluihin. Meriveden korkeus, lämpötila, sääolosuhteet, mateenpoikasten predaattorien ja loisien esiintyminen, kalataudit, kutukannan koko ja monet muut tekijät vaikuttavat omalta osaltaan poikastuotannon onnistumiseen. Koska korrelaatio veden laadun ja vuosiluokkavahvuuden välillä on kuitenkin selvä erityisesti vahvojen vuosiluokkien osalta, voidaan olettaa että Kyrönjoen veden happamuus on dominoiva tekijä vuosiluokan suuruuden määräytymisessä.

Mateen kutuvaelluksen on joinakin vuosina havaittu keskeytyneen (Hudd ym. 1984). Kutuvaelluksen keskeytymisellä voi olla merkitystä kudulle nousseen kannan suuruuteen ja siten myös poikastuotannon määrään. Kutuvaellus huipentuu helmikuussa juuri ennen kutua, joten huono veden laatu talvella voi karkoittaa kalat kutupaikoiltaan. Heikkoja vuosiluokkia 1977 ja 1980 edeltävinä marras- ja tammikuina mitattiin alhaisia pH-arvoja. Toisaalta vahva vuosiluokka 1975 ei tue oletusta, sillä sitä edeltävinä marras- ja joulukuina pH oli koko ajan viiden tienoilla. Myös heikko vuosiluokka 1981 on oletusta vastaan, sillä tuolloin pH oli koko kutuvaelluksen ajan vakaa ja korkeahko. Mateella on erittäin korkea fekunditeetti eli mätimunien määrä kutevaa emoa kohti (Bengtsson 1973, Koli 1990). Siten kutukannan koolla ei pitäisi olla kovin suurta merkitystä syntyvän vuosiluokan runsaudelle.

3.5.2. Tulevien vuosiluokkien suuruuden arviointi

Vedenlaatutietojen (taulukot 4 ja 5) perusteella voidaan olettaa, että saalis vuosina 1989 ja 1990 ei sanottavasti poikkea vuoden 1988 saaliista (kuva 1). Vuosiluokan syntymisvuoden vedenlaadun ja vuosiluokasta saadun kokonaissaaliin välistä riippuvuutta (kuva 2) käyttäen voidaan ennustaa vuosien 1992–1995 saaliit. Vuosiluokkien 1974–1981 perusteella voidaan arvioida vuosiluokasta, joka on kuoriutunut hyvän veden laadun vuonna, saatavan 40 000 kg:n kokonaissaalis. Mikäli veden laatu on ollut tyydyttävä, saadaan vuosiluokasta 15 000 kilon saalis. Mikäli veden laatu on ollut huono saadaa 5 000 kilon saalis ja mikäli veden laatu on ollut erittäin huono, ei

vuosiluokasta saada ollenkaan saalista. Lisäksi on oletettava, että vuosiluokasta saatavan saaliin ikäjakauma ei muutu (kuva 3). Vuosina 1983–1990 havaitun veden laadun perusteella vuoden 1992 saalis tulee olemaan 8500 kg, 1993 6050 kg, 1994 9000 kg ja 1995 22500 kg (kuva 1). Vuoden 1991 jälkeen saalis laskee kunnes vahva vuosiluokka 1989 rekrytoituu saaliiseen vuonna 1995.

Taulukko 5. Kyrönjoen veden laatuun perustuva arvio lähivuosina kalastukseen rekrytoituvien vuosiluokkien suuruudesta.

vuosi	vuosiluokan koko
1983	pieni
1984	tyydyttävä
1985	tyydyttävä
1986	pieni
1987	pieni
1988	pieni
1989	suuri
1990	pieni

Ennusteen luotettavuutta heikentää eniten se, että riippuvuus huonon vedenlaadun ja vuosiluokan vahvuuden välillä ei ole selvä. Lisäksi vuosiluokasta saatavan saaliin ikäjakauma todennäköisesti muuttuu kasvun nopeutumisen takia, mikä vaikuttaa paitsi saaliin ajalliseen jakautumiseen, myös kokonaissaaliiseen. Luultavasti osa vahvasta vuosiluokasta 1989 rekrytoituu saaliiseen jo vuosina 1993 ja 1994. siten saalis vuosina 1993 ja 1994 lienee 10000 kg:n tienoilla.

3.5.3 Saalisnäyte 1992

Vuonna 1992 kutevasta osakannasta otetun saalisnäytteen perusteella vuosiluokkien 1985, 1986, 1987 ja 1989 suuruudet vastaavat veden laadun perusteella arvioituja suuruuksia. Vuosiluokka 1988 on saalisnäytteen perusteella runsaampi kuin veden laadun perusteella arvioitiin. On kuitenkin liian aikaista sanoa, näyttääkö vuosiluokka 1988 runsaalta nopeamman kasvun ja aikaisemman rekrytoinnin tai saalisnäytteen harhaisuuden takia vai onko vuosiluokka 1988 todellakin runsaampi kuin mitä veden laatu vuonna 1988 edellyttäisi.

4 MENETELMÄN SOVELTUVUUDESTA

Saaliin- ja pre-rekryyttien menetystä voidaan käyttää työkaluna kalakantojen kärsimiä vahinkoja arvioitaessa. Saatuja arvioita on helppo käyttää menetyksen suuruutta arvioitaessa, koska tulokset saadaan markkoina ja kalojen lukumääränä. Huono puoli

on se, että vaikutukset kalakantoihin saadaan selville vasta niiden tapahduttua. Samoin menetelmän käyttäminen vaatii pitkiä kalanäyte- tai koekalastussarjoja ja yksityiskohtaisia tietoja saaliista ja sen ikäkoostumuksesta, ennenkuin tulokset ovat luotettavia. Mateen osalta nämä vaatimukset on täytetty, ja tuloksia voidaan pitää realistisina. Vuosiluokan vahvuuden arviointi Kyrönjoen veden laadusta johtuvan poikastuotannon perusteella on mahdollisuus joka vaatii lisää tutkimuksia ja motivoi madekannan seurantaan jatkossakin. Jotta veden laadun vaihtelusta saataisiin parempi kuva tulisi vesinäytteet ottaa ainakin kolme kertaa viikossa ympäri vuoden. Koska madekannan rekrytoituminen saaliiseen on viime vuosina muuttunut nopeutuneen kasvun seurauksena, tulisi saalisnäytteitä jatkossa ottaa vuosittain. Jo tässä vaiheessa voidaan kuitenkin todeta, että poikastuotanto riippuu selvästi juuri veden laadusta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli luoda työkalu, jota voidaan käyttää arvioitaessa poikastuotannon ja rekrytoinnin menetyksien vaikutusta kalakantaan ja kalastukseen. Kyrönjoen suiston madekannan pieneneminen selittyy lisääntymisen epäonnistumisella ja siitä johtuvalla rekryyttien määrän pienenemisellä. Erityisesti nuorten mateiden luonnollisen kuolevuuden arviointi osoittautui vaikeaksi. Käytetyt luonnollisen kuolevuuden arvot ovat pelkkiä arvioita, joten tarvittavan kompensaation suuruudesta esitetyt arviot voivat olla niin yli- kuin aliarvioitakin. Voidaan kuitenkin päätellä, että esim. Österbottens Fiskarförbundin Pietarsaaren seudulle istuttamat 12 000 2-kesäistä madetta ovat vain pisara meressä silloin, kun poikastuotanto epäonnistuu ja istutuksella yritetään ylläpitää seudulta saatavaa 20 000 kg:n madesaalista.

SAMMANDRAG

Kyro älv och dess influensområde är ett viktigt reproduktionsområde för ett flertal av de fiskarter som utnyttjas i det kustnära fisket som bedrivs i Kvarken. Älven rinner genom ett alunjordområde. När det i alunjorden lakrade svavlet kommer i kontakt med vatten och syre genomgår det en kemisk reaktion och bildar en syra. Till följd av de vattendragsarbeten som utförts i älven och dess tillrinningsområde allt sedan 1800-talet ha pH-värdet tidvis varit under en för fisken gynnsam nivå.

I detta arbete har en metod för att uppskatta rekryteringsbortfalls värden i såväl mängder som marknadsmässiga värden utarbetats. Lakpopulationen i Kyro älvs influensområde har använts som ett exempel för det instrument som utarbetats.

Eftersom lakens tolerans för surt vatten är dålig samt dess biologi är sådan att ägg och yngel utsätts för de låga pH som följer på vårflo den i Kyro älv har populationen lidit hårt av den tidvis kraftiga förurningen. Genom att klassificera åren enligt pH, längden och flödet under perioden med låga pH, kan åren indelas i gruppen enligt hur fördelaktiga de har varit för reproduktion. Genom en Virtual Population Analysis har fångsten och antalet individer i en årsklass bestämts. Genom att jämföra årsklassstyrka och fördelaktigheten för reproduktion, det år årsklassen kom till, har man funnit ett tydligt samband mellan vattenkvalitet och årsklassstyrka.

Utgående från fångstuppegifter från 60-talet kan man utgå från att fångsten då var ca 40 ton per år. Eftersom totalfångsten av de årsklasser som kommit till under år med god vattenkvalitet väl motsvarar detta värde kan man anta att en normal årsklass, med

lyckad reproduktion, skall producera en totalfångst på 40 ton. Genom att jämföra de verkliga fångsterna från 1979 till 1988 med en normal årsklassfångst får man att fångstbortfallet under tioårsperioden motsvarar 7,45 till 2,4 miljoner mark indexerat till 1989. En kompensation genom utplanteringar skulle kräva 2,6 till 1,1 tvåsomriga individer under motsvarande period.

Genom att använda fördelaktigheten för reproduktion och sambandet med årsklassens totalfångst kan fångstprognoser uppgöras. Enligt de vattenkvaliteter som uppmätts kan man anta att fångsten fram till 1993-94 kommer att vara ca 10 ton för att 1994-95 stiga till ca 20 ton.

Som instrument är den metod som utarbetats användbar och de resultat som presenteras lätta att arbeta in i olika kalkyler. en stor nackdel med instrumentet är dock att det kräver långa fångstprovserier och detaljerade uppgifter om fångsten för att tillförlitlighet skall uppnås. för lakens del är de resultat som presenterats i denna undersökning, tack vare det omfattande materialet, tillförlitliga.

KIRJALLISUUS

- Beamish, R.J., Lockhart, W.L., van Loon, J.C. & Harvey, H.H. 1975. Long-term acidification of a lake and resulting effects on fishes. *Ambio* 4(2): 98–102.
- Bengtsson, B. 1973. Ekologiska studier på lake (*Lota lota* L.). Lic. uppsats. Avdelning för ekologisk zoologi. Umeå universitetet, Sverige. 72 s.
- Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H. & Parmanne, R. 1991. Fiskvården i havsområdet utanför Jakobstad. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimuksia N:o 16. 82 s.
- Eloranta, A. 1982. Mateen iästä, kasvusta ja ravinnosta eräissä Järvi-Suomen ja Utsjoen vesissä. Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 30: 37–70.
- Eloranta, A. 1985. Nuoren mateen (*Lota lota* L.) kehityksestä ja kasvusta. Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 43: 73–107.
- Eloranta, A. 1985. Mateen (*Lota lota* L.) tiheys, biomassa ja tuotanto sekä muu kivikkoranta-kalasto Kuohijärvessä. Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 43: 109–142.
- Goodyear, C.P. & Christensen, S.W. 1984. On the ability to detect the influence of spawning stock on recruitment. *N. Am. Fish. Management* 4: 186–193.
- Hudd, R., Hilden, M., Urho, L., Axell, M.-B. & Jäfs, L.-A. 1984. Fiskeriundersökning av Kyrö älvs mynnings- och influensområde 1980–1982. Vesihallitus. rep. 242 B. 277 s.
- Hudd, R., Urho, L. & Lehtonen, H. 1987. Selvitys Merenkurkussa tapahtuneen m/s Eiran öljypäästön vaikutuksista kaloihin ja kalastukseen. Julk: Ympäristöministeriön ympäristö- ja luonnonsuojeluosaston sarja A/61/1987. m/s Eiran öljyvahingon ympäristövaikutukset Merenkurkussa 1984. Ympäristöministeriö, Helsinki. ss. 127–354.
- Hudd, R. & Lehtonen, H. 1987. Migration and home ranges of natural and transplanted burbot (*Lota lota*) off the coast of Finland. Julk: Proc. V Congr. Europ. Ichtyol., Stockholm. ss. 201–205.
- Hudd, R. & Leskelä, A. 1993. Kevätkutuisten kalojen poikastuotanto Kyrönjoen suistossa vuosina 1980–1990. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A. Painossa.
- Karås, P. 1989. Some aspects of environmental disturbances in recruitment areas of Baltic fish populations. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 190: 193–197.
- Kjellman, J. 1991. Instruktioner för användet av "VPA"-kalkylram enligt Pope. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Merenkurkun tutkimusasema. Moniste.
- Koli, L. 1990. Suomen kalat. WSOY, Porvoo, 357 s.
- Komiteanmietintö 1989:18. Ympäristönsuojelun taloudellinen ohjaus. Valtion painatuskeskus, Helsinki. 220 s.

- Lappalainen, A., Rask, M. & Vuorinen, P.J. 1987. Acidification affects the perch, *Perca fluviatilis*, populations in southern Finland. *Env. Biol. of Fish.* 21: 231–239.
- Lehtonen, H. 1972. Mateen biologiasta Suonteenjärvessä ja Tvärminnessä. *Luonnon tutkija* 77: 10.
- Lehtonen, H. & Hudd, R. 1990. The importance of estuaries for reproduction of freshwater fish in the Gulf of Bothnia. *Julk: Dansen, van W.L.T., Steinmetz, B. & Hughes, R.H. (eds.). Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May – 3 June 1988. Pudoc, Wageningen.* ss 82–89.
- Leivestad, H., Hendrey, G., Muniz, I.P. & Snekvik, E. 1976. Effects of acid precipitation on freshwater organisms. *Julk: Braekke, F.H. (ed.) Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway.* ss 87–111. SNSF-project, FR 6/76.
- Meriläinen, J. 1985. The spread of the river waters and behaviour of different fractions of particulate matter and dissolved organic matter in the nontidal Kyrönjoki estuary, Bothnian Bay. *Aqua Fennica* 15: 53–64.
- Muniz, I.P. & Leivestad, H. 1980. Toxic effects of aluminium on brown trout (*Salmo trutta* L.). *Proceedings from the international conference on the ecological impact of acid precipitation, March 1980. SNSF Project Rep. Oslo.* 130 s.
- Mäki, M. 1988. Pohjanmaan jokien tulvasuojelu ja vesistötyöt 1950–1975. *Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja N:o 130.* Helsinki, 46 s.
- Nikolskii, G.V. 1965. Theory of fish populations as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. *Oliver & Boyd, Edinburgh.* 323 s.
- Rantala, A. (toim.) 1991. Vesistöjen kalkitus happamien sulfaattimaiden vaikutusalueella. *Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja sarja A, 78.* Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki, 81 s.
- Salojärvi, K. 1979. Kalataloudellisen vahingon kompensointi: siika. *Julk: Auvinen, H. & Muhonen, J. (toim.), Kalatalousvahinkojen arviointi, kompensointi ja korvaaminen. Vesi- ja kalatalousmiehet ry:n täydennyskoulutuspäivät Lammin biologisella asemalla 27.–28. 11. 1978.* ss 73–78.
- Sepponen, M. & Hildén, M. 1985. Virkistys- ja kotitarvekalastus Merenkurkun pohjoisosassa vuonna 1981. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen monistettuja julkaisuja N:o 36:* 1–32.
- Storberg, K-E. 1983. Kyrönjoen alaosan vedenlaadusta. *Vaasan vesipiirin vesitoimisto, Vaasa,* 17 s.
- Tiitinen, R. 1981. Vesien happamuuteen vaikuttavista tekijöistä alunamaa-alueilla. *Vesihallituksen monistesarja 1981:69.* 56 s.
- Tuunainen, P., Vuorinen, P.J., Rask, M., Järvenpää, T., Vuorinen, M., Niemelä, E., Lappalainen, A., Peuranen, S. & Raitaniemi, J. 1991. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja

rapuihin. Loppuraportti. Suomen kalatalous 57: 1-44.

Urho, L., Hildén, M. & Hudd, R. 1990. Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. *Env. Biol. of Fishes* 27: 273-283.

Weatherley, A.H. 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London. 293s.
Vuorinen, P.J., Vuorinen, M. & Peuranen, S. 1990. Happamuuden ja alumiinin vaikutukset kaloihin. *Vesitalous* 5: 14-20.

Wright, R.F. & Snekvik, E. 1978. Acid precipitation: Chemistry and fish populations in 700 lakes in southernmost Norway. *Vehr. Internat. Verein. Limnol.* 20: 765-775.

Österholm-Granqvist, S. 1989. Det yrkesmässiga fisket i Kyrö älvs mynnings- och influensområde. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja N:o 173. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki, 113 s.

Österbottens Fiskarförbund r.f. 1980-1990. Vuosikertomukset vuosina 1979-90. Vaasa.

OSA III

**KYRÖNJOEN VAELLUSIIKAKANNAN TILA VUOSIEN
1988–1991 KOEKALASTUSTEN PERUSTEELLA**

Ari Leskelä ja Richard Hudd

Julkaisija

Vesi- ja ympäristöhallitus ja
Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri

Julkaisun päivämäärä

Syyskuu 1993

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Ari Leskelä ja Richard Hudd

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa III: Kyrönjoen vaellussiikakannan tila vuosien 1988–1991 koekalastusten perusteella.

(Fiskeriundersökningar i Kyrö älvs nedre lopp 1980–1990. Del III: Vandringssikbeståndets tillstånd i Kyrö älv – resultat av provfiske 1988–1991)

Julkaisun laji

Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri

Toimielimen asettamispvm

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Kyrönjoen vaellussiikakannan tilaa seurattiin koekalastuksilla vuosina 1988–1991. Koekalastusten perusteella alkuperäinen vaellussiikakanta elää ja lisääntyy Kyrönjoessa edelleen, joskin kanta on nykyisellään erittäin pieni ja sitä voidaan pitää uhanalaisena. Siikakantaa uhkaa selvimmin rikkipitoisista maista johtuva veden happamuus ja siihen liittyvät korkeat raskasmetallipitoisuudet. Muita uhkia ovat kutupaikkojen väheneminen joen perkauksien myötä ja kannan sekoittuminen muiden jokien siikakantoihin harkitsemattomien vaellussiikaistutusten seurauksena. Mikäli Kyrönjoen vaellussiikakantaa halutaan vahvistaa ja kannan säilyminen varmistaa, olisi kantaa tuettava siianpoikasten istutuksilla. Tällöin on varmistettava, että emokalat ovat varmasti joen omaa vaellussiikakantaa.

Asiasanat (avainsanat)

Happamoituminen, vesistöt, maaperä, vaellussiika (*Coregonus lavaretus* L.), Kyrönjoki

Muut tiedot

Tutkimus on tehty RKTL:n Merenkurkun tutkimusasemalla

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja –
sarja A 157

ISBN

951-47-8191-0

ISSN

0786-9592

Kokonaissivumäärä

S. 75–94

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Painatuskeskus Oy
PL 516, 00101 Helsinki

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 Helsinki

Utgivare

Vatten- och miljöstyrelsen och
Vasa vatten- och miljödistrikt

Utgivningsdatum

September 1993

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)

Ari Leskelä och Richard Hudd

Publikation (även den finska titeln)

Fiskeriundersökningar i Kyrö älvs nedre lopp 1980–1990. Del III: Vandringsikbeståndets tillstånd i Kyrö älv – resultaten av provfiskeriet 1988–1991

(Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa III: Kyrönjoen vaellussiikakannan tila vuosien 1988–1991 koekalastusten perusteella)

Typ av publikation

Forskningsrapport

Uppdragsgivare

Vasa vatten- och miljödistrikt

Datum för tillsättandet av organet

Publikationens delar

Referat

Förekomsten av vandringsik (*Coregonus lavaretus* L. s.str) i Kyrö älv följdes med provfiskeriet åren 1988–1991. På basen av provfiskerna finns Kyrö älvs ursprungliga vandringsikbestånd kvar. Beståndet fortplantar sig i älven men är för tillfället litet och bör betraktas som utrotningshotat. Största hotet för beståndet är försurningen av vattendraget. Övriga hot är rensningar och muddringar av lekplatserna och okontrollerad utplantering av främmande sikbestånd. Om man vill förstärka beståndet och garantera dess fortbestånd borde utplantering av försträckta yngel göras. Moderfiskarna måste då vara av älvens eget vandringsikbestånd.

Sakord (nyckelord)

Försurning, vattendrag, mark, vandringsik (*Coregonus lavaretus* L.), Kyrö älv

Övriga uppgifter

Utredningen är gjord vid VFFI's Kvarkens forskningsstation

Seriens namn och nummer

Vatten- och miljöförvaltningens publikationer –
serie A 157

ISBN

951-47-8191-0

ISSN

0786-9592

Sidantal

S. 75–94

Språk

Finska

Pris

Sekretessgrad

Offentlig

Distribution

Tryckericentralen Ab
PB 516, SF-00101 Helsingfors, Finland

Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250, SF-00101 Helsingfors, Finland

Published by

National Board of Waters and the Environment and
Vaasa Water and Environment District

Date of publication

September 1993

Author(s)

Ari Leskelä and Richard Hudd

Title of publication

Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980–1990. Osa III: Kyrönjoen vaellussiikakannan tila vuosien 1988–1991 koekalastusten perusteella

(Fishery investigation in the lower reaches of the River Kyrönjoki 1980–1990. Part III: Anadromous whitefish stock in river Kyrönjoki – results of test-fishings during 1988–1991)

Type of publication

Research report

Commissioned by

Vaasa Water and Environment District

*Parts of publication**Abstract*

The anadromous whitefish stock of river Kyrönjoki was test-fished during the years 1988–1991. Results show that original anadromous whitefish stock is still living and reproducing in the river, although the stock is small and in danger of extinction. Whitefish stock is suffering because of acid water in river Kyrönjoki. River flows through areas with sulfuric soils and excavations, ditchings and drainings in these areas have increased acidification of the water. Other threats are loss of spawning habitats because of water engineering and mixing with other whitefish stocks. In order to strengthen the stock and assure its survival, stockings with whitefish fingerlings should be started. When enhancing the stock, it must be made sure that parent fishes are from the original stock of the river Kyrönjoki.

Keywords

Acidification, sulfuric soils, anadromous whitefish (*Coregonus lavaretus* L.), River Kyrönjoki

Other information

The research is made by FGFRI, Merenkurkku Fisheries Research Station

Series (key title and no.)

Publications of the water and Environment
Administration – series A 157

ISBN

951-47-8191-0

ISSN

0786-9592

Pages

P. 75–94

Language

Finnish

*Price**Confidentiality*

Public

Distributed by

Painatuskeskus Oy
P.O. Box 516, SF-00101 Helsinki, Finland

Publisher

National Board of Waters and the Environment
P.O. Box 250, SF-00101 Helsinki, Finland

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	83
2 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	84
3 TULOKSET.....	86
3.1 Saalis koekalastuksista.....	86
3.2 Vaellussiian nousun ja kudun ajoittuminen.....	86
3.3 Siikojen ikäjakauma ja kasvu.....	86
4. TULOSTEN TARKASTELU.....	88
4.1 Vaellussiian kotipaikkauskollisuus.....	88
4.2 Kyrönjoen vaellussiikakannan ominaisuudet.....	89
4.3 Arvio kudulle nousevan kannan koosta.....	90
4.4 Kyrönjoen vaellussiikakannan tulevaisuus.....	90
KIRJALLISUUS.....	93

1 JOHDANTO

Vaellussiika on lisääntynyt ainakin kolmessakymmenessä Suomen puolelta Itämereen laskevassa joessa. Useissa joissa kannat ovat tuhoutuneet tai voimakkaasti heikentyneet ihmisen aiheuttamien luonnontilan muutosten seurauksena (Hurme 1966, Hildén ym. 1985). Toisaalta vaellussiikaa on viljelty ja istutettu voimaperäisesti 1970-luvulta alkaen. 1980-luvulla merialueellemme ja siihen laskeviin jokiin on istutettu vuosittain 5–10 miljoonaa yksikesäistä vaellussiian poikasta. Suurin osa poikasista on istutettu Perämereen ja siihen laskeviin vesistöihin. Vaellussiikasaaliin kasvu on yhdistetty lisääntyneisiin istutuksiin (Lehtonen ja Böhling 1988). Useissa joissa, joissa vaellussiian luontainen lisääntyminen on epävarmaa, yksikesäisten poikasten istutus on lisännyt jokeen nousevan siian määrää (Kallio-Nyberg ja Korhonen 1990, Honkasalo ym. 1991, Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri / E. Laukkanen, suullinen tiedonanto). Istutuksilla on ylläpidetty esim. Oulu- ja Kemijoen vaellussiikakantoja, vaikka siikojen nousu näihin jokiin on voimalaitospatojen takia estynyt. Useissa joissa siikojen viljely ja istutus on johtanut siikakantojen sekoittumiseen. Esimerkiksi Kokemäenjokeen, Perhonjokeen, Lestijokeen, Kalajokeen, Pyhäjokeen ja Siikajokeen on istutettu jonkun tai joidenkin muiden jokien kantaa. Alkuperäisiä, elinvoimaisia vaellussiikakantoja on jäljellä vain rakentamattomissa Perämereen laskevissa joissa, Kiiminki-, Simo- ja Tornionjoessa. (Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990).

Haastattelujen perusteella vaellussiikasaaliit Kyrönjoesta ovat olleet runsaat ennen veden laadun heikkenemistä 1950–1960-luvulla. Kalastusta on harjoitettu mm. lippoamalla. Pääasiallinen vaellussiian nousu- ja kalastusalue on ollut suistosta Kolkinkoskeen saakka (Kuva 1). Havaintoja siioista on ylempääkin joesta, aina Ilmajokea myöten, joka on noin 125 km merestä. Jo Hurme (1966) mainitsee siikakannan heikentyneen veden laadun heikkenemisen, rakentamisen ja ruoppausten vaikutuksesta, mutta siikaparvien silti nousevan kudulle Voitilaan saakka. Ikosen ym. (1984) tekemien haastattelujen perusteella siikasaalis joessa on vähentynyt 1960–1980-lukujen aikana. Haastateltavat ovat yhdistäneet saaliin vähenemisen veden laadun huononemiseen.

Havaintoja vaellussiioista joen alajuoksulta on saatu vuosittain koko 1970–1980-luvun ajan (Hudd ym. 1984). Emokalapyyntiä mädin hankkimiseksi on yritetty useina vuosina 1980-luvulla, mutta sitä ovat vaikeuttaneet Kyrönjoen virtaaman nopeat ja suuret vaihtelut. Veden laatu joessa on siian nousuaikana ollut heikko happamuuden ja kunnallisten jätevedenpuhdistamojen lietealtaiden tyhjentämisen vuoksi. Emokalapyynnin saaliit ovat ennen vuotta 1989 jääneet yleensä muutamiiin yksilöihin vuodessa.

Sekä koekalastuksissa että kalastustiedustelujen perusteella joen suistosta saadaan syksyisin isoja, kutemaan valmiita ja kutevia siikoja. Suistosta saadut siiat eivät kuitenkaan ole välttämättä Kyrönjoen vaellussiikoja. Suistossa esiintyy myös nopea-kasvuista, meri- tai suistokutuista siikaa, jonka taksonomia vaellus- ja karisiikaan nähden on epäselvä. (Hudd ym. 1984, Lehtonen ym. 1986, Hudd ja Wistbacka 1990).

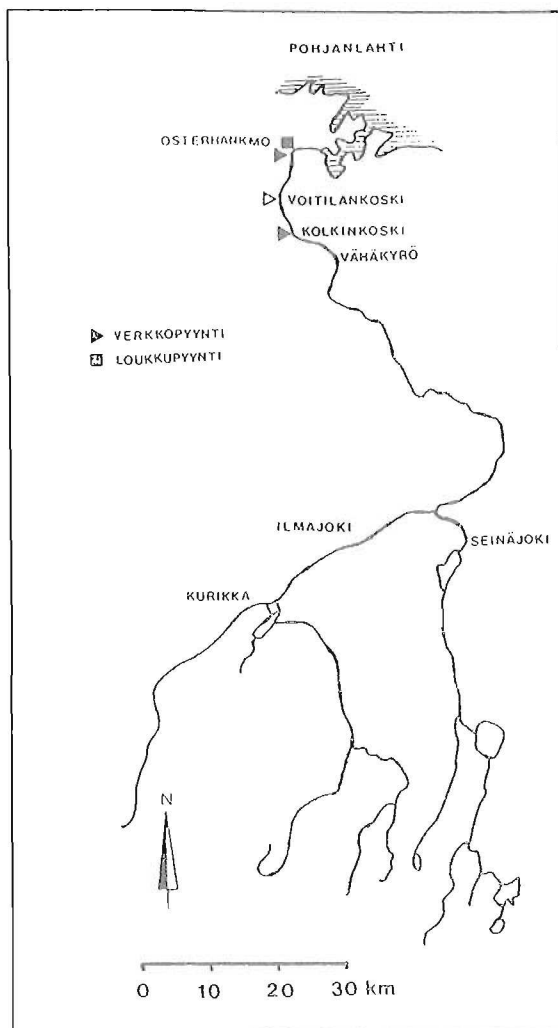
Tämän tutkimuksen tarkoitus oli koekalastuksella selvittää vaellussiikojen nousua Kyrönjokeen ja mahdollista siian kutua joessa. Samalla hankittiin mätää haudontaa ja istutuspoikasten kasvattamista varten. Koekalastukset vuosina 1988–1991 tehtiin osana Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Vesi- ja ympäristöhallituksen sopimusta Kyrönjoen kalataloudellisesta tarkkailuohjelmasta.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Vuosina 1988–1991 kalastettiin joen alimman kosken, Voitilankosken, alla sekä vuosina 1990 ja 1991 lisäksi joen alajuoksulla Österhankmossa. Vuonna 1991 kalastettiin myös Vähäkyrön Kolkinkoskessa. Kalastus aloitettiin jo kevätkesällä, sillä samoilla koekalastuksilla seurattiin mahdollista lohen ja meritaimenen nousua jokeen (Hudd ym. 1992). Alku- ja keskikesällä kalastettiin enimmäkseen lohiverkoilla, jotka paksulankaisina eivät pyydä siikaa kovin hyvin. Ohutlankaisia siikaverkkoja alettiin käyttää loppukesällä, hyvissä ajoin ennen siikojen ilmaantumista saaliiseen. Verkkojen lisäksi käytettiin vuosina 1990 ja 1991 pienoislohiloukkua.

Verkot olivat solmuväliltään 45–80 mm. Vuosina 1989–1991 käytettiin eniten ohutlankaisia, nimenomaan siiankalastukseen tarkoitettuja verkkoja. Kyseisen verkkotyypin pituus on 90 m, korkeus 6–8 m, solmuväli 50–60 mm ja langan paksuus 0,15–0,17 mm monofil.

Kuvassa 1 on esitetty koekalastuspaikat ja taulukossa 1 pyyntiponnistus vuosittain. Verkkojen määrä on laskettu 30 metrin pituisina verkkoina.



Kuva 1. Kyrönjoki ja vaellussiian koekalastuspaikat 1988–1991.

Taulukko 1. Pyyntiponnistus eri koekalastuspaikoissa vuosittain. Verkkovuorokaudet laskettu 30 m pituista verkkoa kohti.

		verkkovuorokausia			
		1988	1989	1990	1991
Voitila	187	392	324	450	
Österhankmo	0	0	50	60	
Kolkinkoski				80	

		loukkuvuorokausia			
		1988	1989	1990	1991
Österhankmo	0	0	110	25	

Kyrönjoesta saaduista vaellussiioista otettiin suomunäytteet iänmäärittystä varten ja mitattiin pituus sekä määritettiin sukupuoli. Osalta kaloista otettiin talteen kidukset siivilähampaiden lukumäärän laskemista varten. Vuosien 1990 ja 1991 suomuista määritettiin paitsi kalojen ikä myös niiden ensimmäisen vuoden kasvu takautuvasti lineaarisella menetelmällä (Bagenal ja Tesch 1968).

Vuosiluokkien suhteellista runsautta tarkasteltiin Svärdsonin (1961) kehittämän menetelmän mukaisesti. Menetelmässä vuosiluokan runsaus määritetään laskemalla sen suhteellinen runsaus muihin saaliissa esiintyviin vuosiluokkiin verrattuna useamman peräkkäisen vuoden ajalta. Jotta vertailu voidaan tehdä, täytyy tarkasteltavan vuosiluokan esiintyä saaliissa useampana peräkkäisenä vuotena. Tarkasteluun voitiin siten ottaa mukaan ainoastaan keväinä 1982–1985 kuoriutuneet vuosiluokat. Tarkastelujakson lyhyiden ja näytteiden pienen määrän vuoksi voidaan menetelmän antamia tuloksia tässä yhteydessä pitää vain suuntaa-antavina.

Kutemaan valmiit naaraat lypsettiin ja mäti hedelmöitettiin kuivahedelmöitysmenetelmällä sekä vietiin Isojoen Vanhakylän kalanviljelylaitokselle haudottavaksi. Vastakuoriutuneet poikaset siirrettiin keväinä 1990 ja 1991 Raippaluotoon Sandfladan luonnonravintolammikkoon. Syksyinä 1990 ja 1991 kesänvanhat poikaset kuljetettiin Sandfladasta Kyrönjokeen.

3 TULOKSET

3.1 Saalis koekalastuksista

Vaellussiikoja saatiin koekalastuksissa kaikkina neljänä vuotena seuraavasti.

Vuosi siikoja kpl

1988	2
1989	50
1990	150
1991	65

Suurin osa sioista saatiin Voitolasta, joen alimman varsinaisen kosken alapuolelta. Österhankmosta saatiin vain 8 siikaa vuonna 1990 ja 3 siikaa vuonna 1991. Vähänkyrön Kolkinkoskesta ei saatu siikoja. Saaliiksi saatujen siikojen ensimmäisessä kiduskaareissa oli siivilähempaita seuraavasti:

Vuosi	n	Siivilähempaita	
		keskimäärä	keskihajonta
1989	20	29,1	1,7
1990	16	30,4	2,0
1991	32	29,6	2,1
1989–1991	68	29,6	1,9

Kaikki koekalastuksissa saadut siiat olivat kutemaan valmistautuvia tai kuteneita.

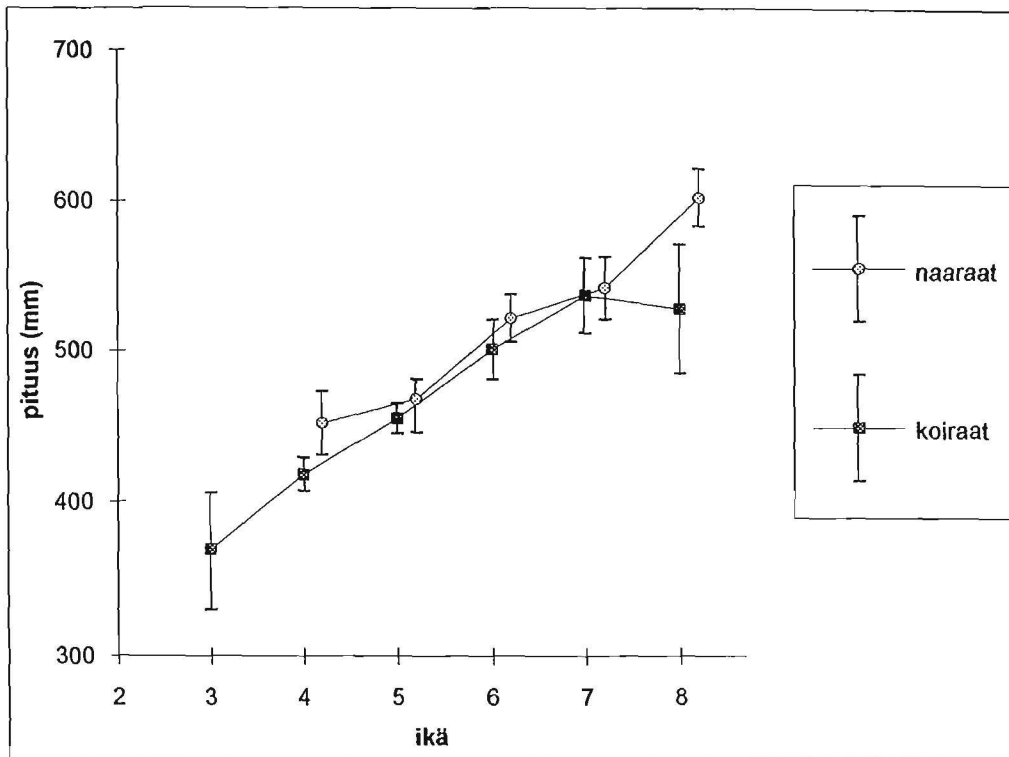
3.2 Vaellussiian nousun ja kudun ajoittuminen

Ensimmäiset siiat Voitolasta saatiin 20.9. 1989, 9.10. 1990 ja 25.9. 1991. Ensimmäiset kutevat (mäti valui) naaraat saatiin vastaavasti 20.10., 17.10. ja 18.10. Kutemattomia naaraita saatiin jokaisena syksynä vielä marraskuussa. Vuonna 1989 koekalastuksen saalishuippu ajoittui ajanjaksolle 20.10.–27.10., vuonna 1990 19.10.–30.10. ja vuonna 1991 25.10.–3.11. Kalastus lopetettiin vuonna 1989 7.11., vuonna 1990 5.11. ja vuonna 1991 12.11. Jokaisena vuonna saatiin kalastuksen loppuessa edelleen kutemattomia siikoja, joskin saaliit olivat huomattavasti heikommat kuin parhaana nousukautena. Veden lämpötila joessa oli saalishuipun aikana 6,5–3,0 °C. Vuoden 1988 siiat saatiin 9.–10.10.

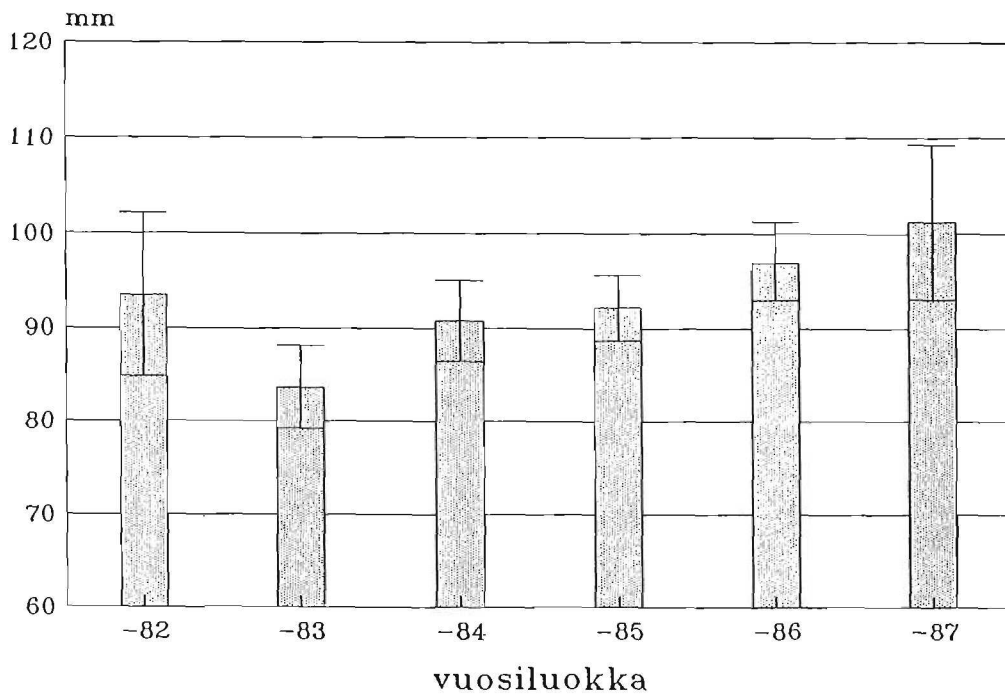
3.3 Siikojen ikäjakauma ja kasvu

Saaliiksi saatujen siikojen keskipituudet ikäryhmittäin esitetään kuvassa 2. Saaliskalojen valtaosa kaikkina tutkimusvuosina oli 5–6 -vuotiaita. Näiden kalojen keskipaino oli noin kilo. Vuosina 1989–1991 saaliiksi saatiin myös vanhempia ja suurempia, 2–3 kilon painoisia kaloja. Vuosiluokka 1984 (syksyn 1983 kudusta keväällä 1984

kuoriutuneet poikaset) oli Svärdsönin (1961) menetelmän mukaisen tarkastelun perusteella n. 25% keskimääräistä heikompi. Muita eroja ei vuosiluokkien välisessä runsaudessa havaittu.



Kuva 2. Saaliiksi saatujen siikojen keskipituudet ikäryhmittäin. Pystysuorat janat ilmaisevat 95 %:n luottamusvälejä.



Kuva 3. Takautuvasti laskettu siian 1. kasvukauden kasvu vuosiluokittain. Pystysuorat janat ilmaisevat 95 %:n luottamusvälejä.

Vuonna 1990 ja vuonna 1991 tehdyn takautuvan iänmäärityksen perusteella saatiin arvio kalojen ensimmäisen vuoden kasvusta. Tulokset vuosiluokista, joista siikoja saatiin yli 10 kappaletta, esitetään kuvassa 3. Ensimmäisen vuoden kasvu näyttää parantuneen vuodesta 1983 vuoteen 1986. Selitys tähän on takautuvalle iänmääritykselle ominainen Leen ilmiö (Bagenal ja Tesch 1968). Todellisuudessa kalojen ensimmäisen vuoden kasvu ko. ajanjaksona ei ole parantunut. Sen sijaan vuonna 1982 kuoriutuneilla kaloilla havaittava vuosia 1983–1985 parempi kasvu ei selity Leen ilmiöllä.

4 TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Vaellussiian kotipaikkauskollisuus

Aikaisempien tutkimusten perusteella vaellussiika palaa kotijokeensa varsin uskollisesti. Lehtosen (1981) esittämässä laajassa merkintäaineistossa ei yhtään Kymi-, Kokemäen-, Ii- ja Oulujoessa tai Indal- ja Ångermanälvenissä merkittyä siikaa saatu takaisin muista joista. Eräissä tutkimuksissa kutujoessa merkittyjä siikoja on kuitenkin saatu takaisin muiden jokien suistosta ja joskus vieraasta joestakin (Pettersson 1966, Sormunen 1968, Lind ja Kaukoranta 1974). Harhaantuneiden kalojen lukumäärä on kuitenkin aina ollut hyvin pieni, ja ne on saatu lähinnä jokien suulta tai suistosta. Esim. Huuskon (1988) Kiiminkijoessa merkitsemistä 262 vaellussiasta viisi koirasta saatiin takaisin muiden jokien suistosta. Yksikään kaloista ei ollut kuitenkaan noussut vieraaseen jokeen.

Vaellussiian kotiutumiskäyttäytymisen perusteella on erittäin epätodennäköistä, että Kyrönjokeen kudulle nousseet siiat olisivat muista kannoista tai istutuksista harhautuneita yksilöitä. Jokeen ei ole myöskään istutettu vaellussiikoja ennen vuotta 1990, joten jokeen nousevat siiat ovat mitä todennäköisimmin joessa luonnollisesta kudusta syntyneitä. Vuosina 1982–1988 ei Kyrönjoen välittömälle vaikutusalueella ole istutettu vaellussiikoja. Lähimmät istutukset on tehty merialueelle kymmenien kilometrien päähän Kyrönjoen suusta. Vuosina 1982–1988 istutuspaikat ovat olleet niin kaukana jokisuusta, että istukkaiden leimautuminen Kyrönjoen veteen ei tunnu todennäköiseltä.

Koekalastuksissa saatiin vuosina 1989–1991 myös kuteneita siikoja. Koekalastuksien yhteydessä saatujen mateiden mahasta on löytynyt siian mätiä, joten siika kutee ainakin välittömästi Voitolankosken alla olevissa virtapaikoissa.

Vuonna 1990 saatiin myös Kyrönjoen alaosaasta, Österhankmosta, kuteneita, joesta laskeutuvia vaellussiikoja. Kyseiset siiat eivät olleet Voitolassa mädinhankinnan yhteydessä pyydettyjä, lypsettyjä ja vapautettuja kaloja. Lypsetyiltä kaloilta otettiin suomenäyte, kun taas Kyrönjoen alaosaasta saaduilla kuteneilla vaellussiioilla oli vahingoittumaton suomupeite.

Koekalastusten perusteella Kyrönjoen alkuperäinen vaellussiikakanta elää edelleen.

4.2 Kyrönjoen vaellussiikakannan ominaisuudet

Siikamuotojen erottamisessa keskeisenä taksonomisena tuntomerkkinä käytetään siivilähampaiden lukumäärää ensimmäisessä kiduskaaressa. Kyrönjoen sioilla siivilähampaiden lukumäärä on vaellussiiialle tyypillisesti keskimäärin 29–30 (esim. Lehtonen 1981).

Kyrönjoesta saadut siiat ovat nopeakasvuisia, mikä myös erottaa vaellussiiat toisesta meressä elävästä siikamuodosta, karisiiasta (Lehtonen 1981). Kyrönjoen edustan meri-alueella esiintyvä nopeakasvuinen, meri- tai suistokutuinen siika ei kasva yhtä nopeasti kuin Kyrönjoen vaellussiika (Lehtonen ym. 1986). Kyrönjoen siikojen kasvu on varsin samankaltaista kuin muissakin eteläisissä vaellussiikajoissa. Lehtosen (1981) mukaan Kokemäenjoen vaellussiiat kasvavat hieman nopeammin ja Pyhäjoen vaellussiiat hieman hitaammin kuin Kyrönjoen vaellussiiat.

Saaliiksi saatujen siikojen kokojakaumaa ja kasvua tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon se, että näytekalat pyydettiin verkolla. Tietty verkon silmäkoko valikoi tietynkokoisia kaloja niiden iästä huolimatta. Tämä selittää sen, että koirassiikojen kasvu näyttää pysähtyvän 8 kasvukauden jälkeen (kuva 2). Verkkojen valikoivuutta pyrittiin vähentämään käyttämällä eri harvuisia verkkoja.

Kyrönjoen vesi on ollut ajoittain hapanta jo useiden vuosikymmenien ajan, joskin tilanne 1970- ja 1980-luvulla on pahentunut aikaisempiin vuosiin verrattuna. Kyrönjoen vaellussiikakannassa on voinut tapahtua valikoitumista esim. jokeen nousu- ja kutuajankohdan tai poikasten kuoriutumisaikajankohdan suhteen sellaiseksi, että poikasten henkiinjäämismahdollisuudet säilyvät ajoittaisesta happamuudesta huolimatta. Esimerkiksi Maalahdenjoen kevätkutuiisten kalakantojen kutuajan on havaittu siirtyvän myöhäisemmäksi, jos normaalina kutuaikana vesi on hapanta (Hudd ym. 1989).

Pohjanlahden länsipuolella hieman Kyrönjoesta etelään sijaitsevaan Ljunganiin siian nousu alkaa kesäkuun lopussa, ja joen saalishuippu on elokuussa. Nousu loppuu loka-kuun alussa, jolloin siiat kutevat (Hanell 1982). Perämereen laskevaan Råne-jokeen nousu alkaa heinäkuussa ja nousuhuippu on syys-lokakuussa. Nousu loppuu ja kutu tapahtuu lokakuun puolivälin ja lokakuun lopun välillä (Karlström ja Bergelin 1989). Kyrönjokea huomattavasti pohjoisemmassa Kiiminkijoen siiankalastuskausi alkaa syyskuussa ja kestää lokakuun loppupuolelle (Huusko 1988). Tornionjoessa nousu alkaa kesäkuun alkupäivinä ja jatkuu syyskuulle asti. Voimakkainta nousu on heinäkuun puolivälin jälkeen elokuuhun asti (Tuunainen ym. 1984). Kyrönjoesta saatiin kutevia siikoja vielä marraskuun alussakin, joten nousu- ja kutuajankohtaa voidaan pitää muihin jokiin verrattuna myöhäisenä. Haastattelutietojen perusteella siika on noussut Kyrönjokeen aikaisemminkin samaan aikaan kuin vuosina 1988–1990. Syy siian myöhäiseen nousuun ja kutuun saattaa johtua paitsi sopeutumisesta veden happamuuteen myös lämpötilasta, Kyrönjoen vesi on loppukesällä ja alkusyksyllä huomattavasti lämpimämpää kuin monissa muissa vaellussiikajoissa.

Jokeen nousun ja kudun ajoittumisesta huolimatta mädin ja poikasten henkiinjääminen on ristiriidassa siian happamuudensietokyvystä laboratorio-olosuhteissa saatujen tulosten kanssa. Rask ym. (1988) saivat laboratorio-kokeissa *Coregonus pallasin* ruskuaispussipoikasilla 10 vrk:n LD₅₀ -arvoksi pH 5,0 kun alumiinikonsentraatio oli 600 mikrogrammaa litrassa ja pH 4,6, kun alumiinikonsentraatio oli 300 mikro-

grammaa litrassa. Kymmenen vuorokauden altistuksen aikana havaittiin subletaaleja oireita jo pienemmissä alumiinipitoisuuksissa ja vähemmän happamassa vedessä. Kyrönjoessa pH-arvo laskee selvästi alle viiden keväisin ja useimpina syksyinä. Alumiinipitoisuus joessa on huomattavan korkea, kokonaisalumiinipitoisuus on luokkaa 1 mg / litra ja tulvien aikana jopa 3–5 mg / litra. Alumiinin myrkyllisyyttä joessa vähentää veden humuspitoisuus; suurin osa alumiinista on sitoutuneena humuskomplekseihin. (Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri julkaisematon / K. Storberg, suullinen tiedonanto). Toisaalta joessa vaellussiian mäti ja poikaset ovat alttiina happamuudelle ja alumiinille pitemmän aikaa kuin laboratoriokokeissa, ja niitä rasittavat myös muut veden laadun vaihtelut.

Mädin henkiinjäämiseen saattaa vaikuttaa se, että mäti hautuu joen pohjalla ja osittain soran sisässä, jossa veden laadun vaihtelut eivät ehkä ole niin rajuja kuin nopeasti virtaavassa kerroksessa. Lisäksi siian poikaset kuoriutuvat niin varhain keväällä, että ainakin osa niistä ehtii jättää joen jo ennen varsinaista pH-minimiä kevättulvan ollessa vasta nousussa. Useimpina vuosina vesi on happaimmillaan vasta kevättulvan ollessa laskussa. Kyrönjoen vaellussiikakannassa on myös voinut tapahtua perinnöllistä sopeutumista happamaan veteen. Esim. ahvenella (Rask ja Virtanen 1986) ja taime-
nella (McWilliams 1982) on havaittu kantojen välisiä eroja happamuuden kestämisessä. Atlantin lohella happamuuden sietokyvyn on osoitettu olevan osittain perinnöllinen ominaisuus (Schom 1986). Tällaisen sopeutumisen toteaminen vaatii kuitenkin poikasten ja mädin eloonjäämiskokeita kontrolloiduissa happamuusolosuhteissa, joita ei tämän tutkimuksen yhteydessä voitu tehdä.

4.3 Arvio kudulle nousevan kannan koosta

Pelkän koekalastuksen perusteella on mahdotonta arvioida tarkasti kudulle nousevan kannan kokoa. Ehdottomana minimiarviona kudulle nousevan kannan koosta voidaan pitää saaliiksi saatujen siikojen määrää: 50 kpl vuonna 1989, 150 kpl vuonna 1990 ja 65 kappaletta vuonna 1991. Vuonna 1988 siikoja saatiin saaliiksi vain kaksi. Kalastusta vaikeuttivat tuolloin äkilliset vaihtelut virtaamassa ja veden laadun heikkeneminen siian nousun aikana.

Kalastus syksyisessä joessa on vaikeaa verkkojen likaantumisen, ajelehtivan puu- ym. roskan ja virtaaman vaihteluiden vuoksi. Verkkojen pyytävyys alenee myös kalojen tarttuessa niihin. Todellisuudessa kudulle nousee enemmän yksilöitä kuin koekalastuksissa saadaan saaliiksi. Kalastuksen loppuvaiheessa 26.10 – 5.11. 1990 saatiin joen alaosasta Österhankmosta sekä verkoilla että pienoislohiloukulla joesta laskeutuvia, kuteneita siikoja. Vuosina 1989–1991 Voitilasta saatiin siikoja vielä koekalastuksen loppuessa, joten kaikkia siikoja ei pyydetty pois edes tehokkaimmin kalastetulta paikalta.

4.4 Kyrönjoen vaellussiikakannan tulevaisuus

Vaellussiian poikasten biologia on huonosti tunnettu. Tarkkaan ei tiedetä, miten suuren osan ensimmäisestä kasvukaudestaan ne viettävät joessa tai suistoalueella. Lehtonen ym. (1992) merkitsivät muutaman vuorokauden ikäisiä siianpoikasia radioaktiivisella isotoopilla ja laskivat ne Simojokeen noin 12 kilometriä jokisuusta ylävirtaan. Poikaset

jättivät joen 2–3 viikon kuluessa. Kaksi kuukautta merkinnän jälkeen poikasia löytyi sekä joen suistoalueelta että noin 10 kilometrin päästä saaristosta. Tämän havainnon perusteella jokiveden laatu vaikuttaa syntyvään vuosiluokkaan vielä pitkään kuoriutumisen jälkeenkin.

Kyrönjoen siikakantaa uhkaavat tällä hetkellä pahiten joen alhainen pH ja siihen liittyvät korkeat metallipitoisuudet. Kyrönjoen vesistöalueelta huuhtoutuvien sulfaattien määrä ei lähitulevaisuudessa tule vähenemään (Vesihallitus 1973). Myöskään joen vesimassan neutralointi kalkitsemalla ei onnistu suurten vesimäärien takia.

Veden happamuus vaikuttaa paitsi mädin ja poikasten kuolleisuuteen, myös siikojen kutunousuun. Vuoden 1988 huono siikasaalis selittyy paitsi kalastusta vaikeuttaneilla syystulvilla myös happamuudella, jonka voidaan olettaa rajoittaneen siikojen nousua jokeen. Koekalastuksen saalis on vuosina 1989–1991 kuitenkin koostunut yllättävän tasaisesti useista eri vuosiluokista. Siten Kyrönjoki on vedenlaadun vaihteluista huolimatta tuottanut vaellussiian poikasia ainakin vuosina 1980–1988. Ainoa tämän aineiston perusteella havaittu ero vuosiluokkien runsaudessa on keväällä 1984 kuoriutuneen vuosiluokan pienuus. Vuosi 1984 poikkeaa muista tarkastelujakson vuosista lähinnä siten, että kevättulvan suurin virtaama oli huomattavasti suurempi kuin muiden tarkasteltujen vuosien. Vuosiluokkien suhteellisen runsauden tarkastelua vaikeuttaa kuitenkin sekä käytettävissä olevan aineiston pienuus että tarkastelujakson lyhyys. Tarkasteluun voitiin ottaa mukaan vain vuosiluokat 1982–1985.

Poikasten ensimmäisen vuoden kasvu oli keväällä 1982 takautuvan kasvunmäärityksen perusteella parempi kuin muina 1980-luvun alkupuolen vuosina. Vuosi 1982 oli myös kevätkutuihin kalojen poikastuotannolle parempi kuin muut 1980-luvun alun ja keskivaiheen vuodet. Syy kevätkutuihin kalojen hyvään poikastuotantoon tuolloin oli suistoalueen muita vuosia parempi happamuustilanne (Hudd ja Leskelä 1993).

Tulos antaa viitteitä siitä, että vaikka Kyrönjoki pystyykin tuottamaan vaellussiian poikasia useimpina vuosina, ympäristötekijät vaikuttavat poikasten kasvuun ensimmäisen elinvuoden aikana. Tähänastisen aineiston perusteella ei ole mahdollista sanoa, johtuuko kasvussa havaittu ero veden happamuudesta, lämpötilasta, ensimmäisen kasvukauden pituudesta vai näiden kaikkien ja mahdollisesti muidenkin tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Veden laatu saattaa vaikuttaa poikasten kasvuun mm. niiden ravinnon kautta: hapan vesi on vahingollista myös joillekin eläinplanktonryhmille.

Sään vaihtelut vaikuttavat selvästi joen happamuuteen. Mikäli talvien 1988–89 ja 1989–90 kaltaiset lämpimät talvet yleistyvät, saattaa Kyrönjoen vaellussiikakanta voimistua. Lämpimän talven aikana ja jälkeen happamat vedet näyttäivät tulevan jokeen useamman kuukauden aikana eikä pH laske niin alas kuin äkillisen ja suuren kevättulvan yhteydessä. Toisaalta sulamisen tapahtuessa vähitellen joessa oleva mäti joutuu alttiiksi happamalle vedelle pitempänä ajanjaksona.

Jotta kannan perinnöllinen monimuotoisuus säilyisi, on populaation koon oltava riittävän suuri. Arviot riittävän suuresta populaatiokoosta vaihtelevat suosituksen antajan ja kannan käyttötarkoituksen mukaan. U.S. Fish and Wildlife service suosittelee (ref. Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990), että luonnonvaraisilla kannoilla efektiivisen populaatiokoon N_c eli tässä tapauksessa vuosittain kutevien kalojen määrän tulisi olla 1000. Tave (1986) on suositellut, että luonnonvesiin istutettavilla kalakannoilla N_c tulisi olla 424–685. Kyrönjoen vaellussiikakanta lienee tällä hetkellä enintään suositusten

alarajalla. Toisaalta lyhyellä aikavälillä (alle kymmenen sukupolvea) perinnöllinen monimuotoisuus säilyy pienemmässäkin yksilömäärässä.

Kyrönjoen vaellussiikakannan vahvistamiseksi käyttökelpoisin keino on emokalapyynti joesta, poikasten kasvatus kesänvanhoiksi ja niiden istutus suistoon tai jokeen. Poikasta voidaan myös kasvattaa emokalaparvi jollekin kalanviljelylaitokselle tai sopivaan emokalajärveen. Tällä tavoin saataisiin vahvistettua siikakantaa ja varmistettua poikastuotanto sellaisinakin vuosina, jolloin jokivesi on niin hapanta, että luonnollinen poikastuotanto jää pieneksi. Vaikka luonnollinen poikastuotanto näyttääkin onnistuvan useimpina vuosina jollain tavalla, on Kyrönjoen vaellussiikakanta nykyisellään niin heikko, että sitä voidaan pitää uhanalaisena.

Kannan häviämisen lisäksi sitä uhkaa sekoittuminen vieraisiin kantoihin joen suisto- ja vaikutusalueelle tehtävien vaellussiikaistutusten seurauksena. Vuosina 1990 ja 1991 yksikesäistä vaellussiikaa istutettiin Stråkvikeniin Kyrönjoen veden vaikutusalueelle. Etenkin suurten virtaamien aikana on todennäköistä, että vaikutusalueelle istutetut poikaset leimautuvat Kyrönjoen veteen ja hakeutuvat myöhemmin sinne kudulle. Tällaiset istutukset olisi lopetettava, ja mikäli Kyrönjoen vaellussiikakantaa halutaan vastaisuudessa viljellä ja istuttaa, tulee emokalat valita muista vuosiluokista kuin 1990 ja 1991.

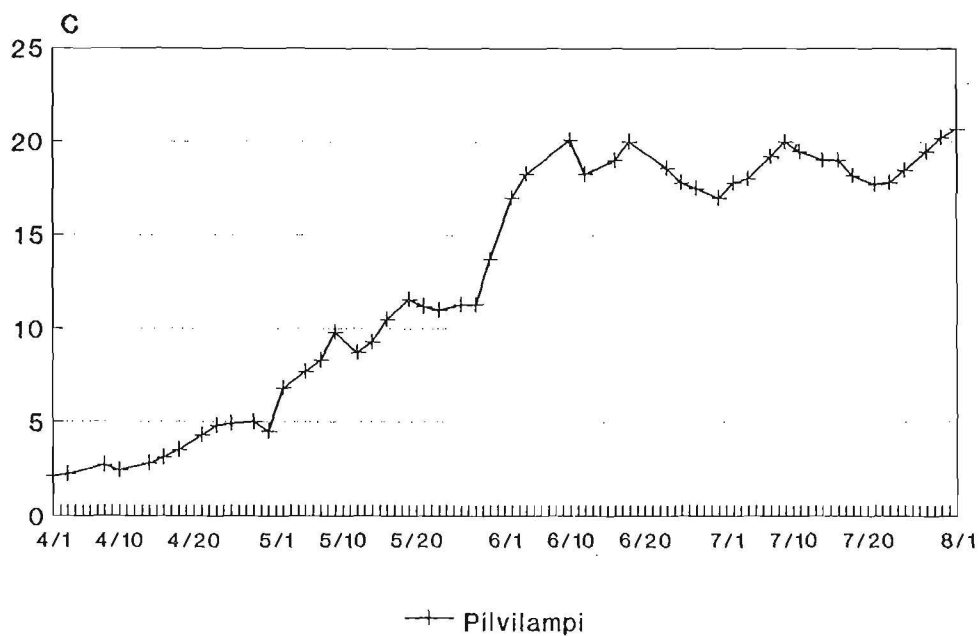
KIRJALLISUUS

- Bagenal, T. B. ja Tesch, F. W. 1968: Age and growth. In: Bagenal, T. B. (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford 1968.
- Hanell, L. 1982: Ang fisket i Ljungan 1979–1981. Fiskeristyrelsen utredningskontoret i Härnösand. Duplikat.
- Hildén, M., Hudd, R. ja Lehtonen, H. 1985: Miljöförändringarnas verkningar på fisket och fiskbestånden i Skärgårdshavet och finska sidan av Bottniska viken. Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutet, Fiskeriforskningsavdelningen. Meddelanden Nr 19/1985: 33–56.
- Honkasalo, L., Pennanen, T., ja Lappalainen, A., 1991: Kalakannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi Kokemäenjoen vesistöissä Nokian alapuolella. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 21.
- Hudd, R., Hildén, M., Urho, L., Axell, M.-B. ja Jåfs, L.-A. 1984: Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvitys 1980–1982. Vesihallitus. Tiedotus 242 A. Helsinki 1984.
- Hudd, R., Wiik, T., Toivonen, A.-L., Wistbacka, R., 1989: Malax å fiskeriutredning; yngelproduktions- och beståndsstudier. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Merenkurkun tutkimusasema. Vaasa 1989.
- Hudd, R. ja Wistbacka, R. 1990: Kända lekplatser för storvuxen sik i Vasa län. Österbottensk årsbok 1989–1990 s. 127–140. ISSN 0357–9956. Vaasa 1990.
- Hudd, R., Leskelä, A., Setälä, J., ja Kurttila, I. 1992: Lax- och öringutplanteringarna i Kyrö älv 1986–1990. Merenkurkun neuvosto. Vaasa. Painossa.
- Hudd, R. ja Leskelä, A. 1993: Kyrönjoen suiston kevätutuisten kalalajien poikastuotannon kehitys 1980–luvulla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A. Painossa.
- Hurme, S. 1966: Vaellussiian kutujoet Suomen rannikolla. Suomen kalastuslehti 73 : 246–248.
- Huusko, O. ja Grottness, P. 1988: Population dynamics of the anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), of the river Kiiminkijoki, Finland. Finnish Fish. Res. 9: 245–254.
- Ikonen, E., Auvinen, H., Kuittinen, E., ja Hästbacka, H. 1984: Kyrönjoen nahkiais- ja vaelluskalakantojen tila. Vesihallitus. Tiedotus 247 A. Helsinki 1984.
- Kallio-Nyberg, I. ja Koljonen, M.-L. 1990: Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia No 4. Helsinki 1990.
- Karlström, Ö. och Bergelin, U. 1989: Fiskeribiologiska undersökningar i Råneälvens vattensystem. Fiskeristyrelsen. Utredningskontoret i Luleå. Meddelande 1/1989. 53 s + liites.

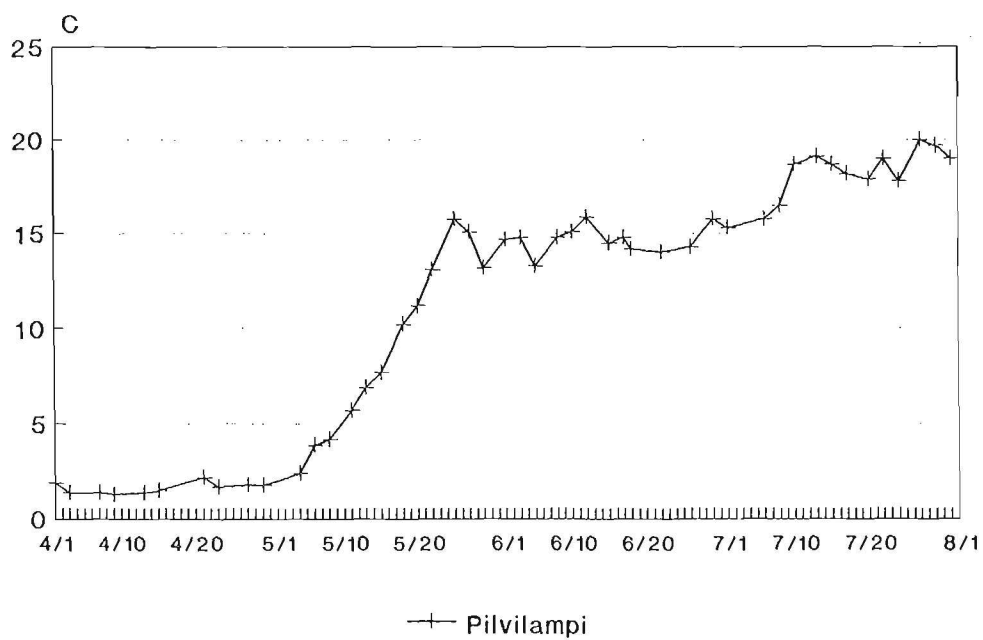
- Lehtonen, H. 1981: Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. Finnish Fish. Res. 3:31–83.
- Lehtonen, H., Böhling, P., ja Hudd, R., 1986: Siken och sikfisket i Kvarkenområdet. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja N:o 47. Helsinki 1986. 76 s.
- Lehtonen, H. ja Böhling, P. 1988: Management of the whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) fishery in the Gulf of Bothnia. Finnish Fish. Res. 9:
- Lehtonen, H., Nyberg, K., Vuorinen, P.J., ja Leskelä, A. 1992: Radioactive strontium (^{85}Sr) in marking whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) larvae and the dispersal of larvae from river to sea. J. Fish. Biol. 41: 417–423
- Lind, E. A. ja Kaukoranta, E. 1974: Characteristics, population structure and migration of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), in the Oulujoki river. Ichtyol. Fenn. Borealis 1974(4): 160–217.
- McWilliams, P. G. 1982: A comparison of physiological characteristics in normal and acid exposed populations of the brown trout *Salmo trutta*. Comp. Biochem. Physiol., A. 72A(3): 515–522.
- Petersson, Å. 1966: Resultat av sikmärkningar i Norrbotten. Svensk Fisk. Tidskr. 75(1): 6–8.
- Rask, M. ja Virtanen, E. 1986: Responses of perch, *Perca fluviatilis* L., from an acidic and a neutral lake to acidic water. Acidic precipitation. Proceedings of the International Symposium on Acidic Precipitation, Muskoka, Ontario, Sept. 15–20, 1985. Water air soil pollut. 30(3–4): 537–544.
- Rask, M., Vuorinen, M., ja Vuorinen, P. J. 1988: Whitefish stocking: an alternative in mitigating acidification effects ?. Finnish Fish. Res. 9:489–495.
- Schom, C. B. 1986: Genetic, environmental and maturational effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) survival in acute low pH trials.
- Sormunen, T. 1968: Siikamerkintöjä Iijoen alueella (Marking of whitefish in the Iijoki area). Suomen kalastuslehti 76:177–178.
- Svärdson, G. 1961: Ingen effekt av sikodlingen i Kalmarsund. Svensk fisk. Tidskr. 70:23–26.
- Tave, D. 1986: Genetics for Fish Hatchery Managers. AVI Publishing Company, Westport. 299s.
- Tuunainen, P., Nylander, E., Alapassi, T., ja Aikio, V. 1984: Kalastus ja kalakannat Tornionjoen vesistössä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja N:o 25.
- Vesihallitus 1973: Selvitys Kyrönjoen edustan merialueen kalakuolemien syistä. Vesihallituksen moniste.

**LIITE 1. PILVILAMMEN JA TOTTESUNDIN VEDEN LÄMPÖTILAT 1.4.
- 1.8. VUOSINA 1980-1990.**

1980

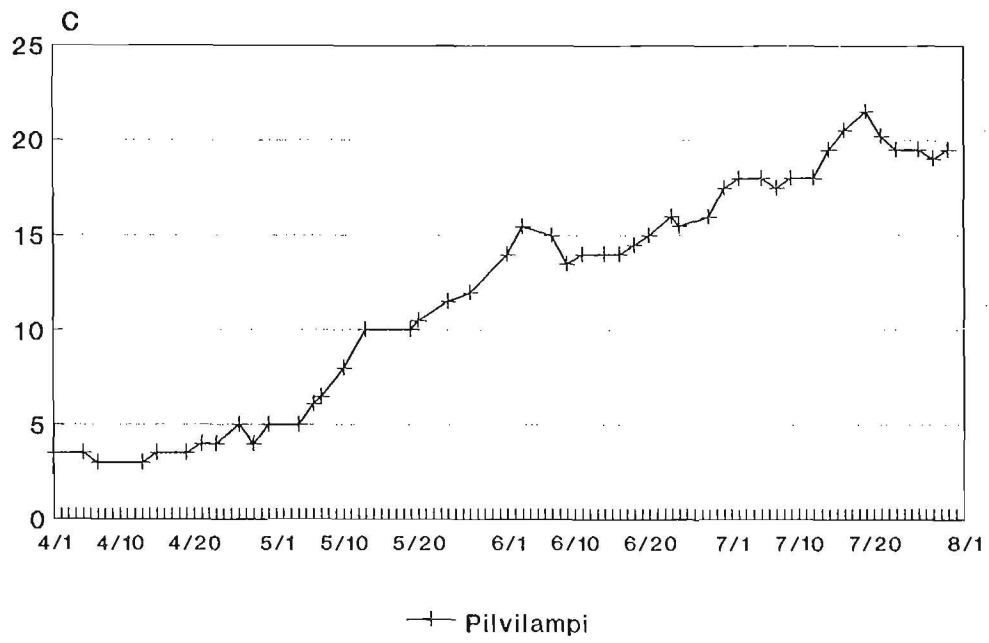


1981

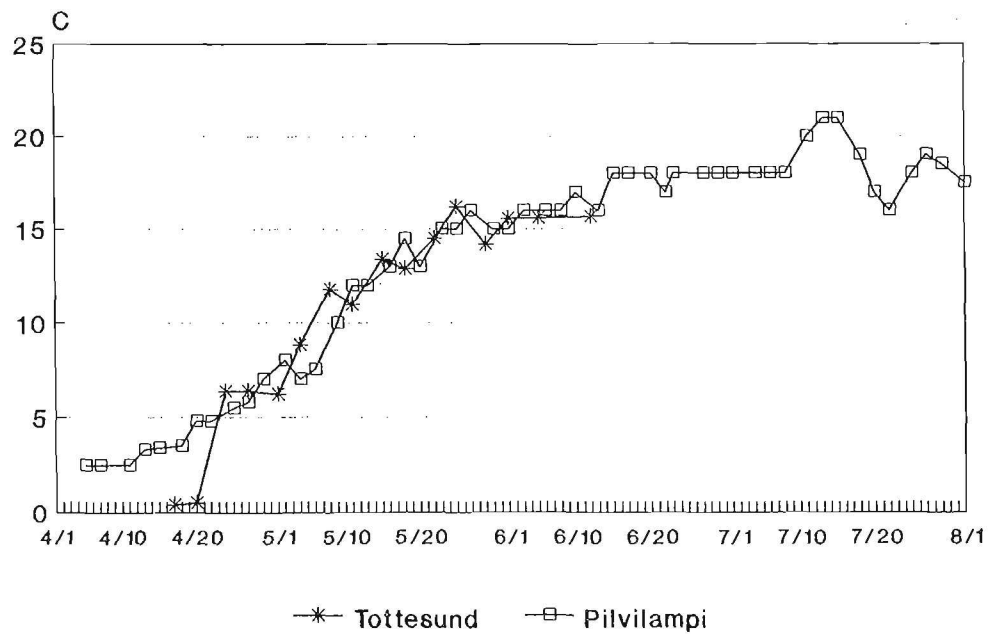


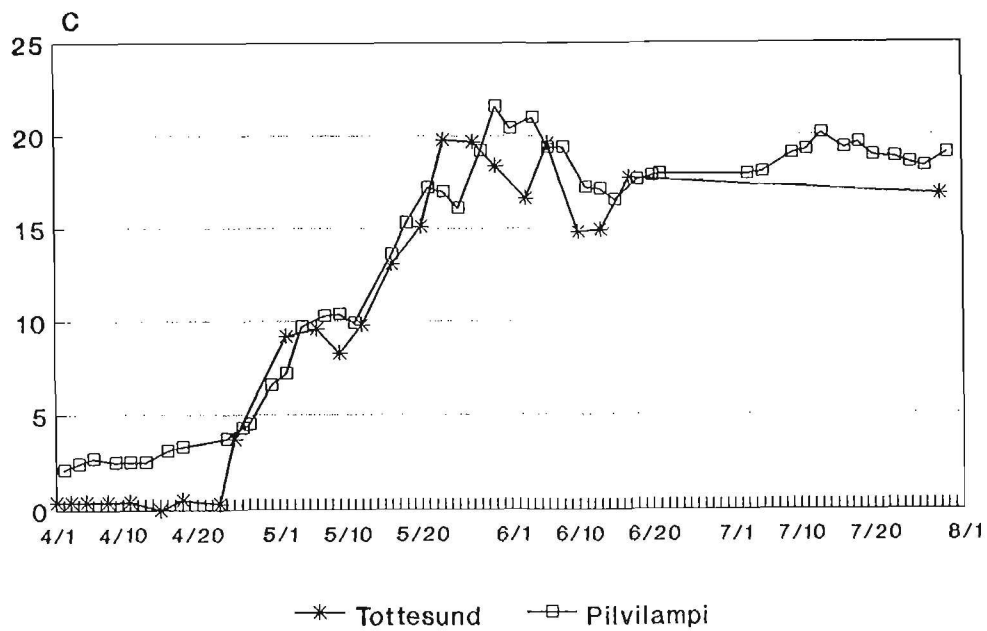
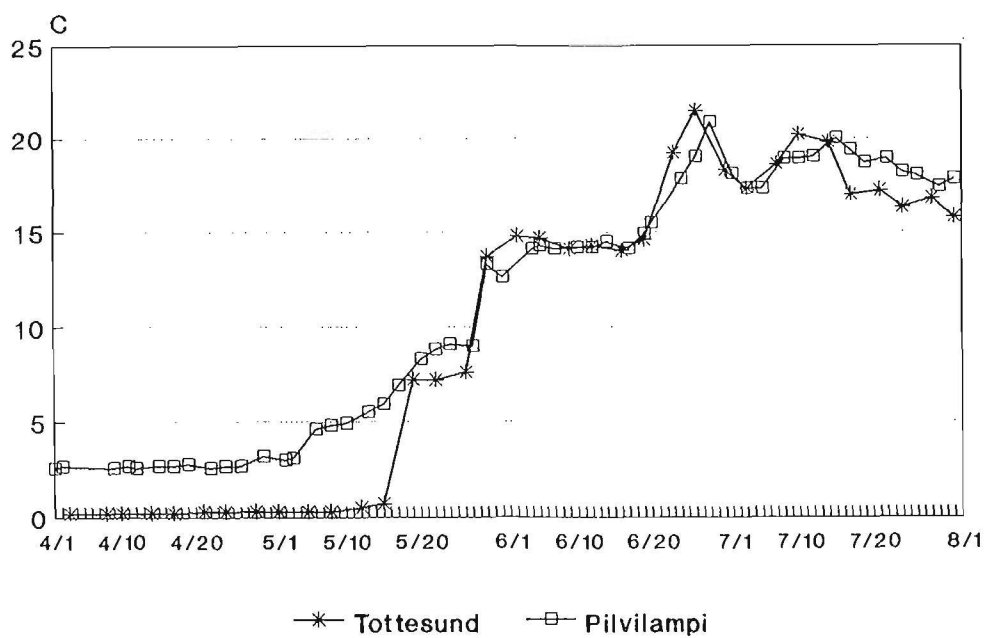
LIITE 1/2

1982



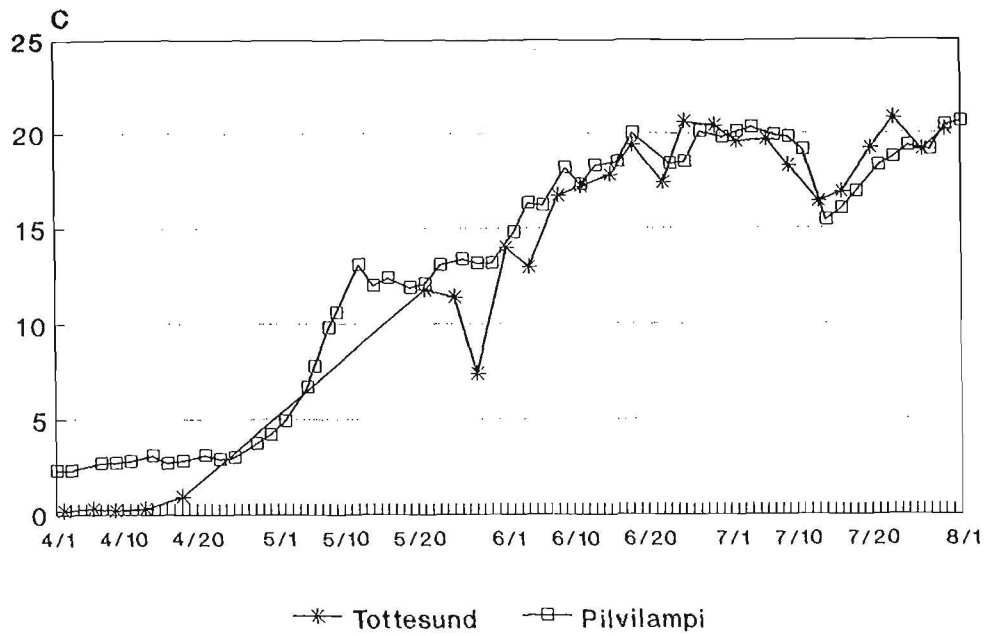
1983



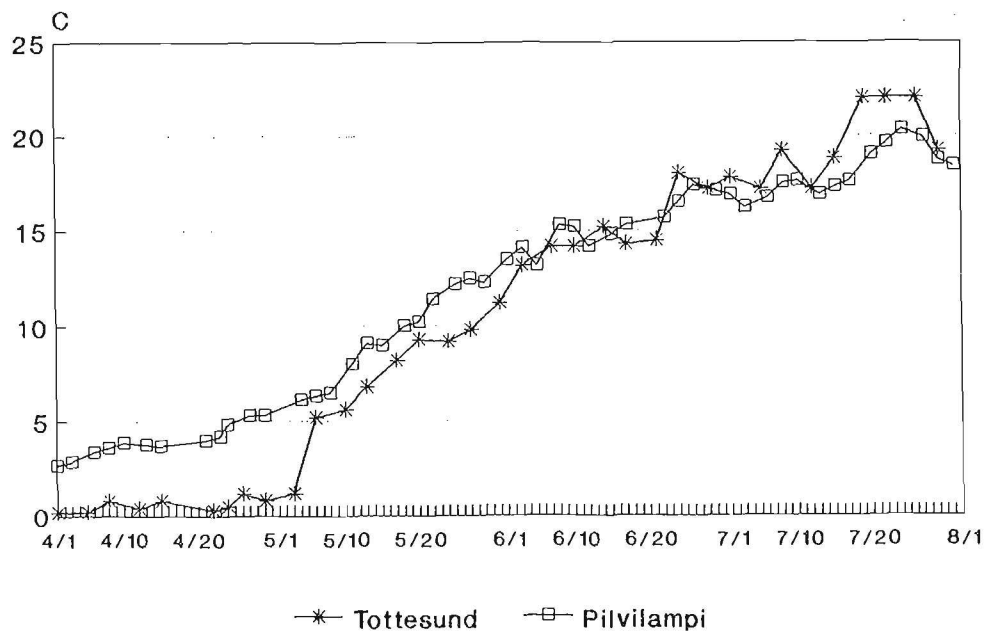
1984**1985**

LIITE 1/4

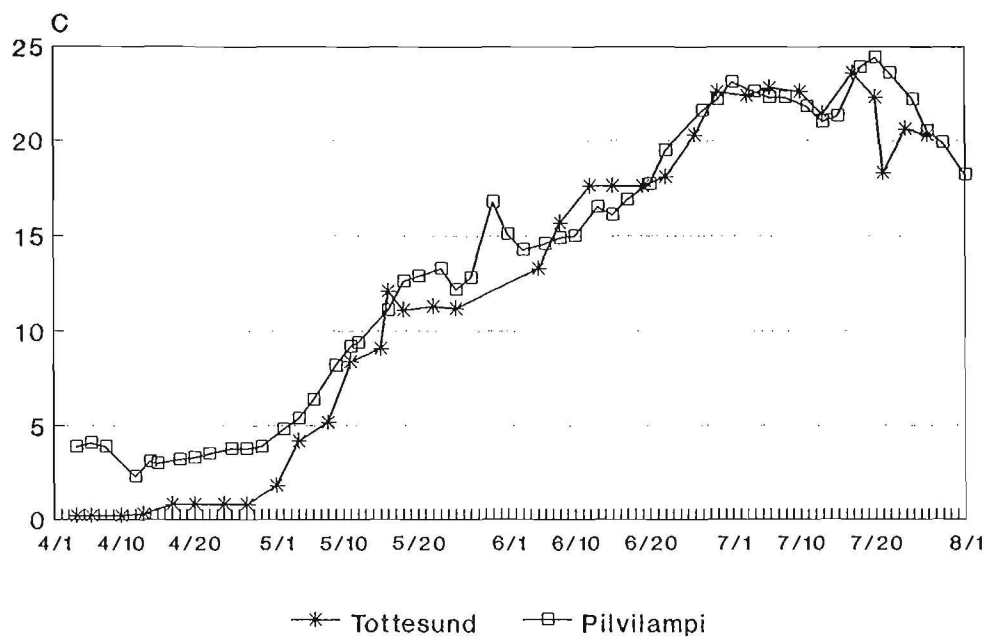
1986



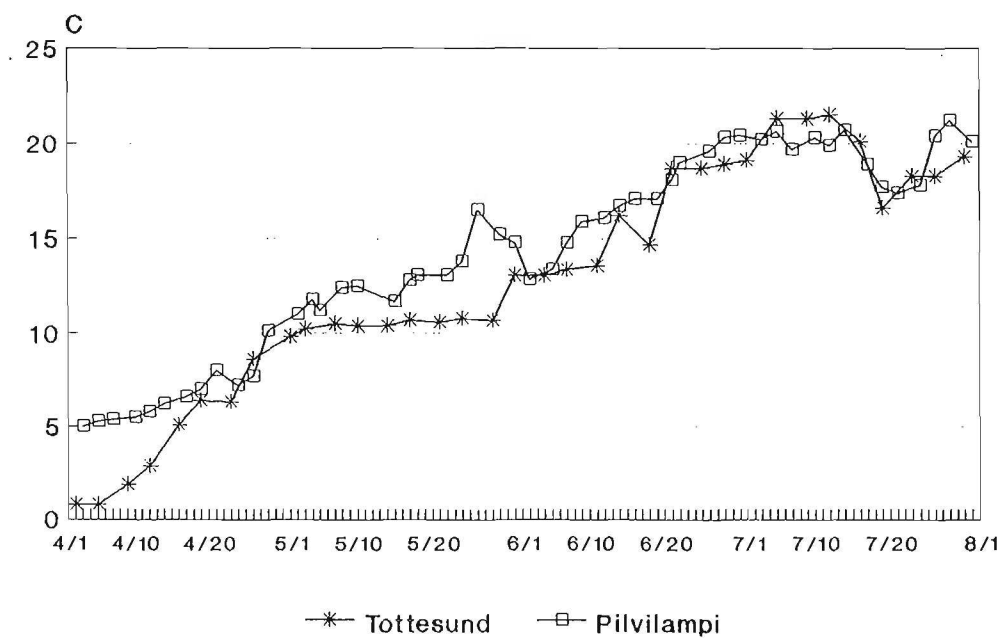
1987



1988

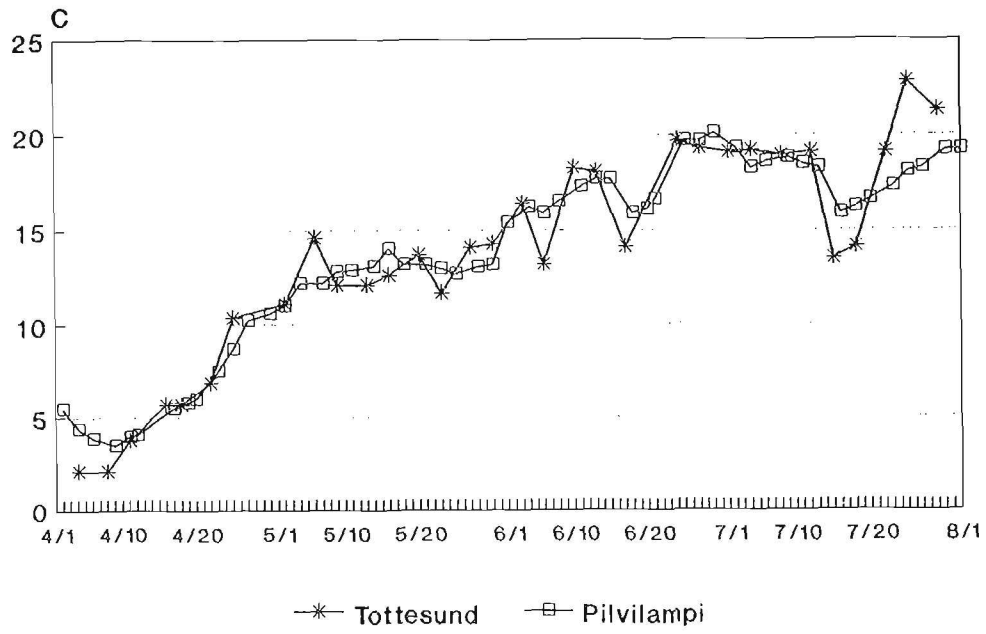


1989



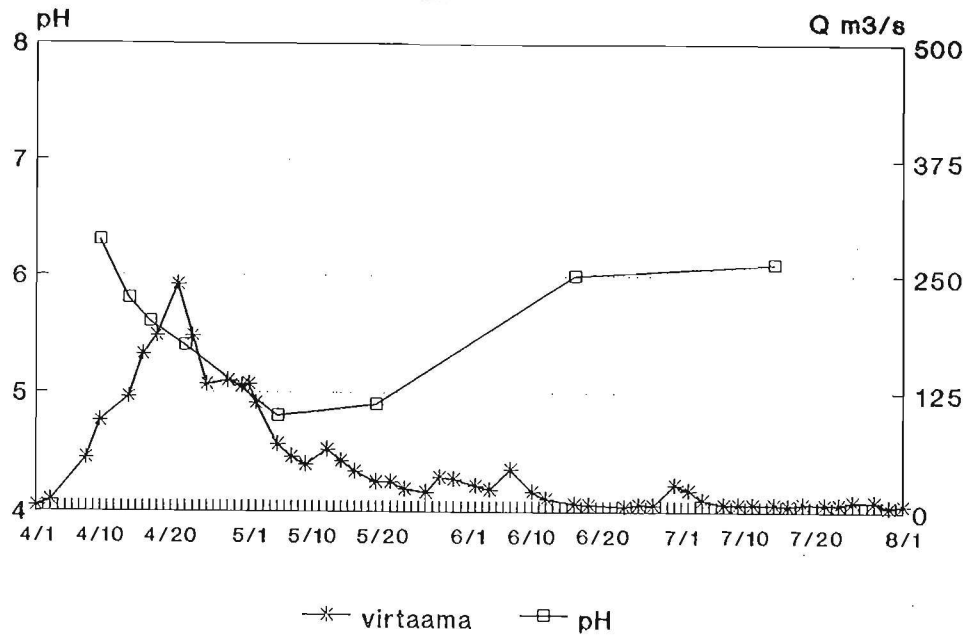
LIITE 1/6

1990

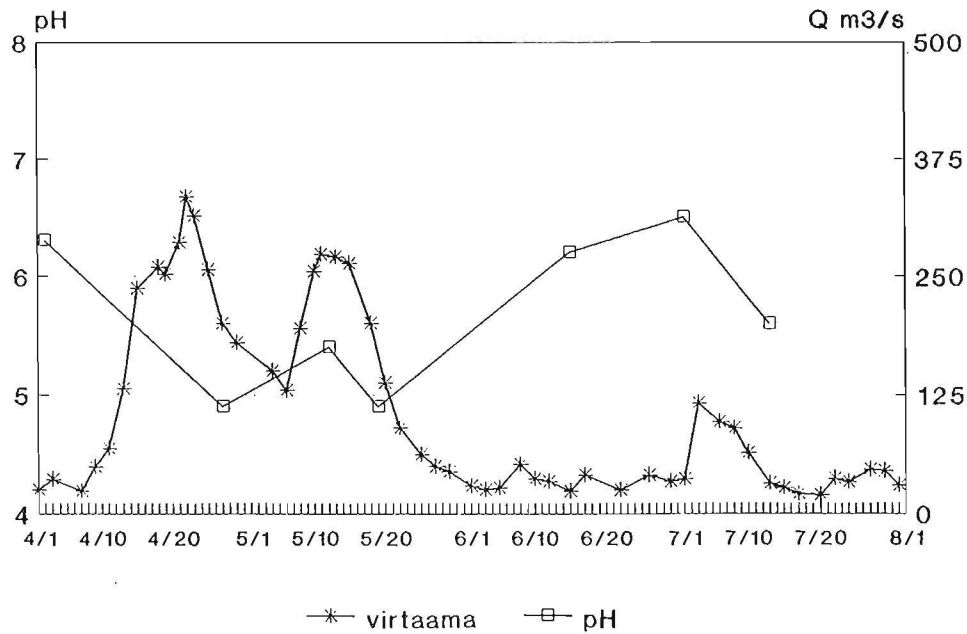


**LIITE 2. VIRTAAMA JA pH SKATILASSA 1.4. - 1.8. VUOSINA 1980-1982
SEKÄ VIRTAAMA SKATILASSA JA pH TOTTESUNDISSA 1.4. - 1.8.
VUOSINA 1983-1990**

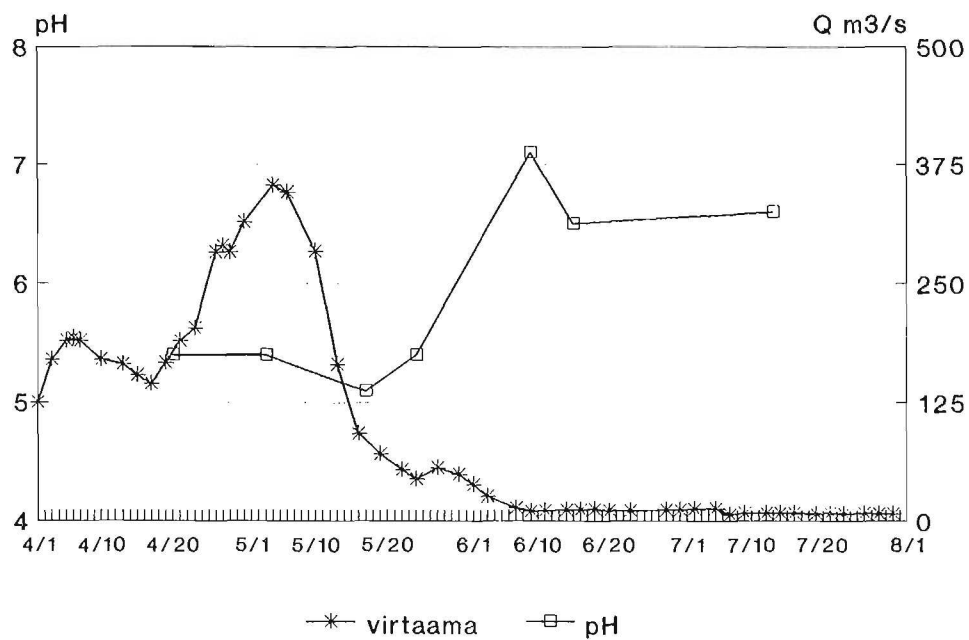
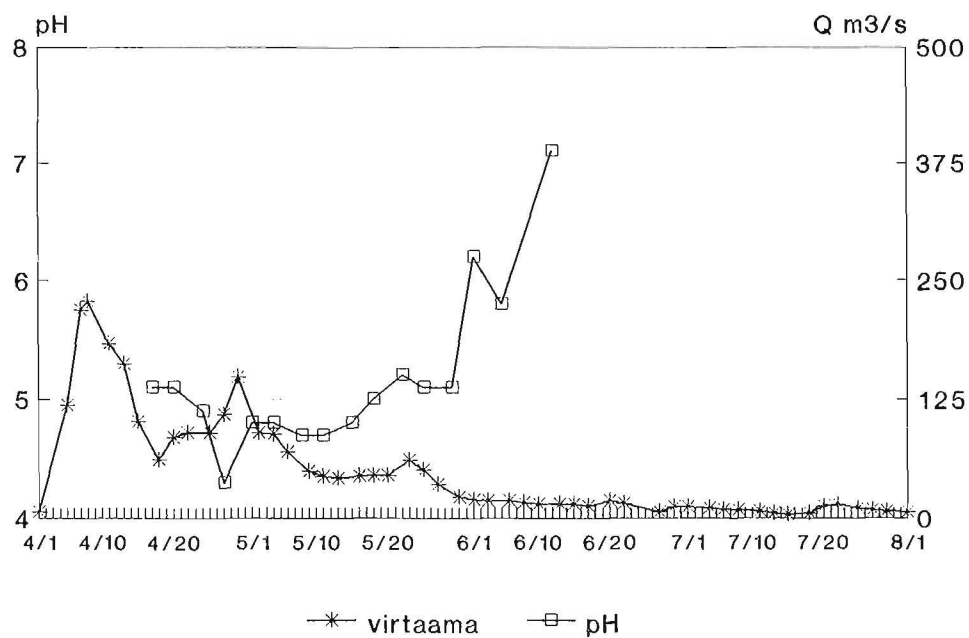
1980



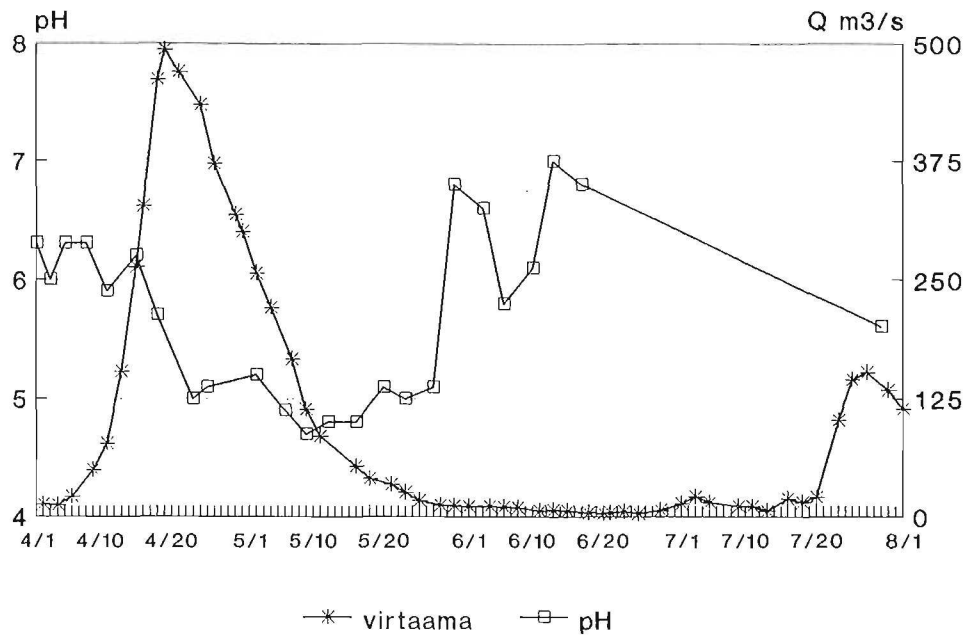
1981



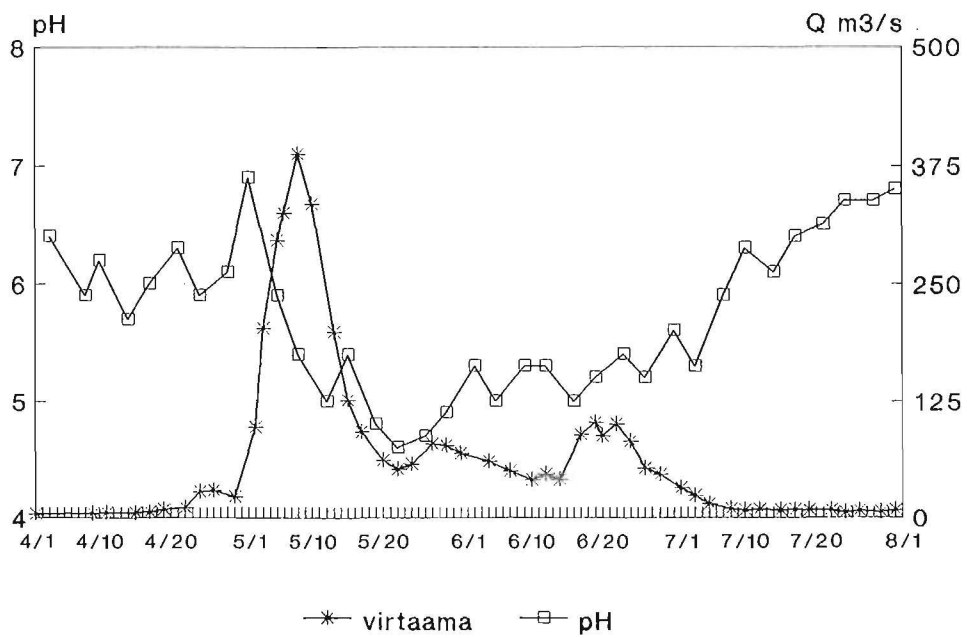
LIITE 2/2

1982**1983**

1984

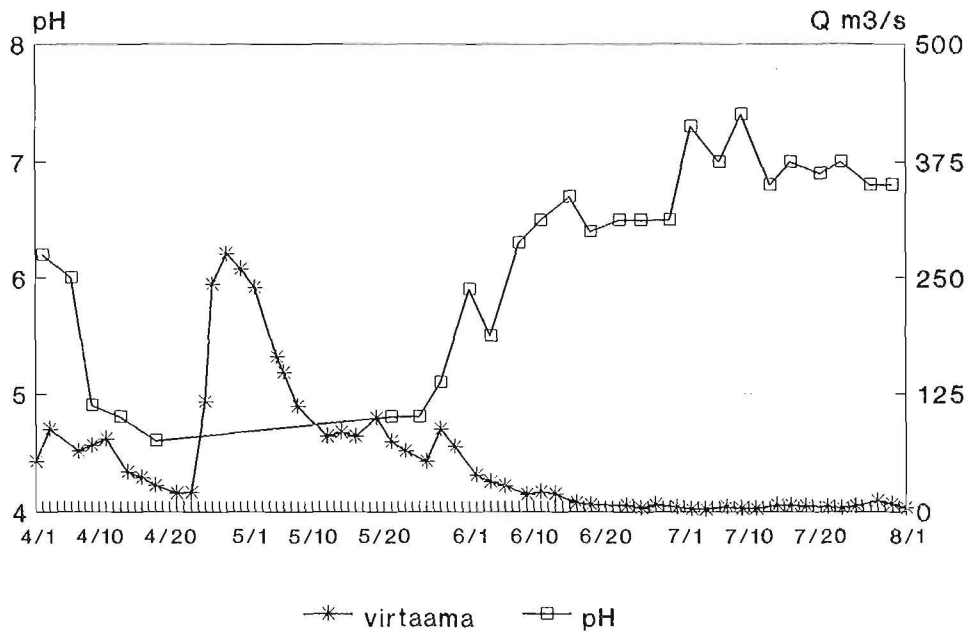


1985

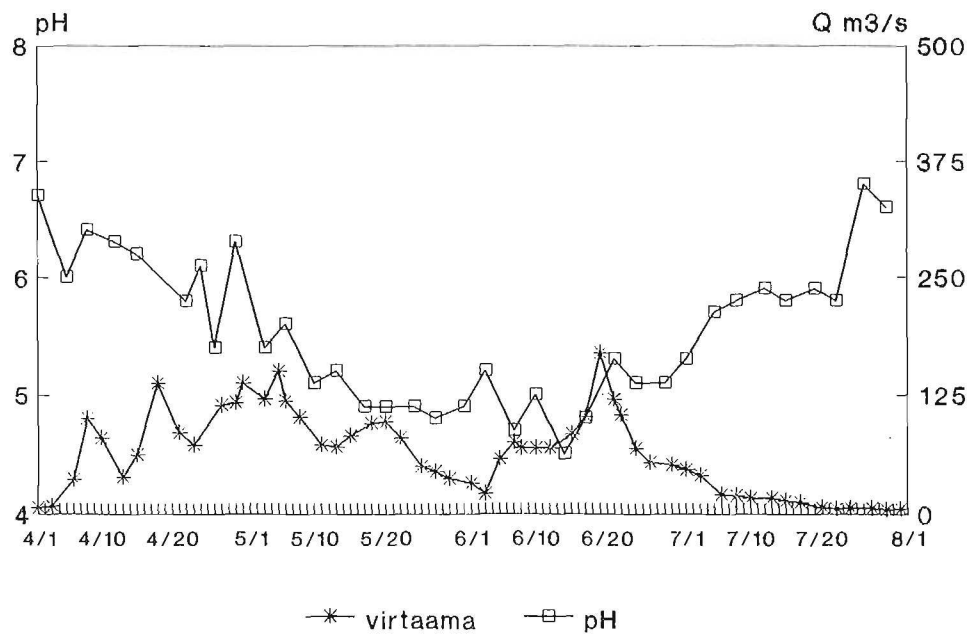


LIITE 2/4

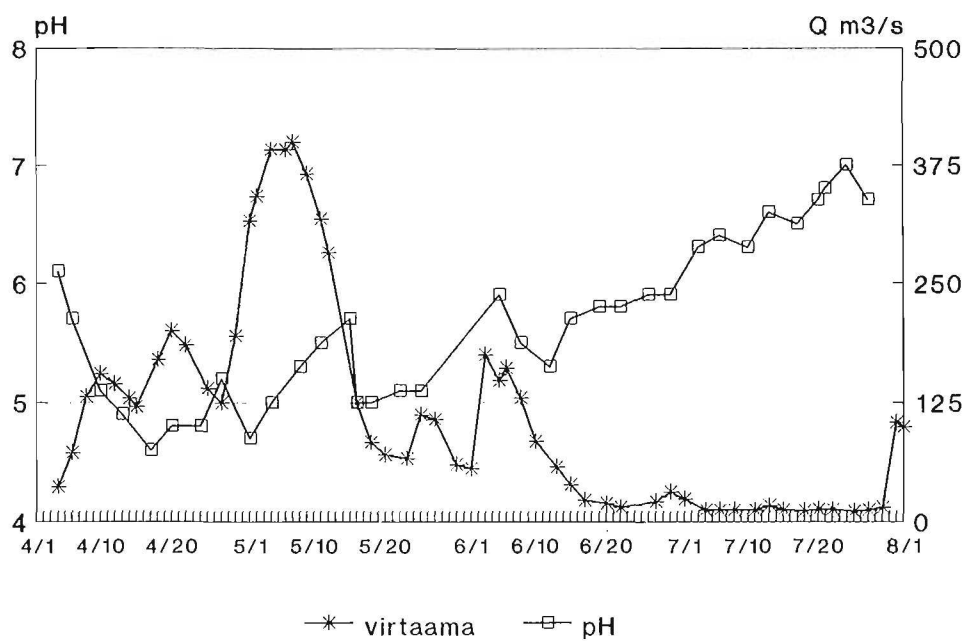
1986



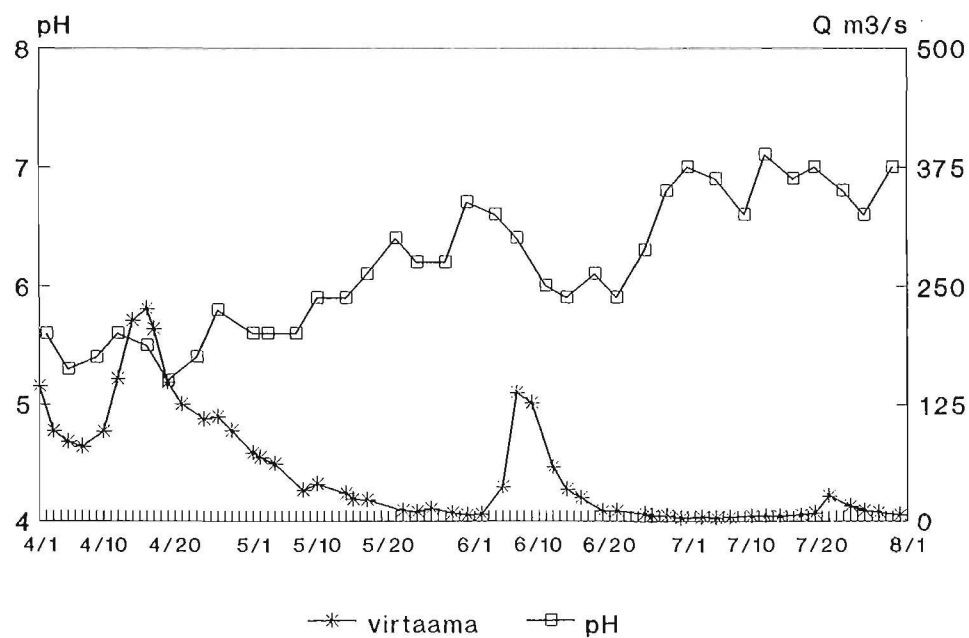
1987



1988

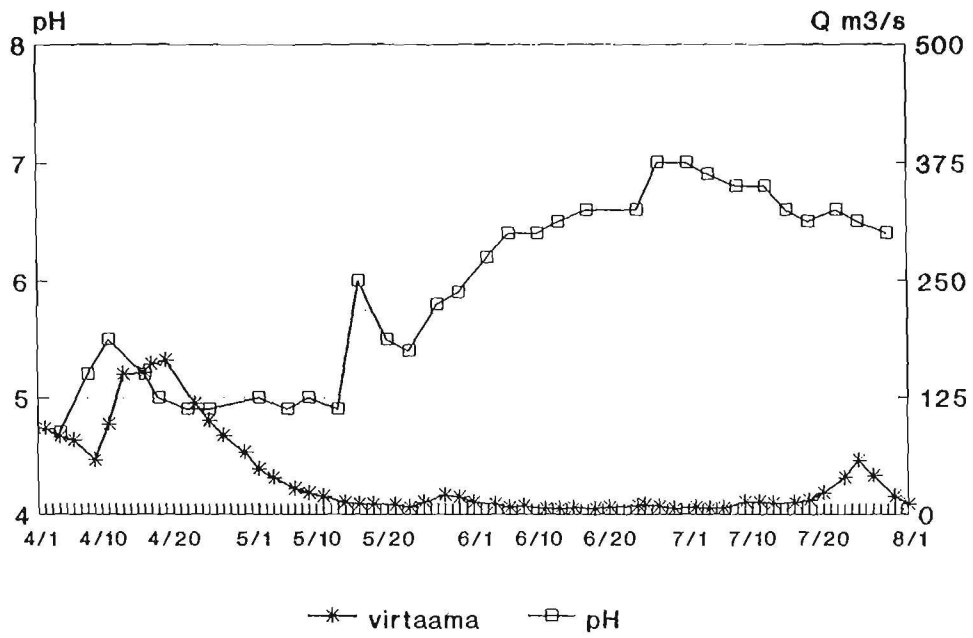


1989



LIITE 2/6

1990



VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

68. Porvoonjoen kuormitus selvitystyöryhmä; Lehtonen, Eija & Penttilä, Sirpa (toim.): Porvoonjoen kuormitus selvitys. Helsinki 1991.
69. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri: Mikkelin läänin vesien hoito 1990-luvulla. Helsinki 1991.
70. Louekari, Kimmo; Saarikoski, Heli & Joki-Kokko, Eeva: Kadmium ympäristössä. Helsinki 1991.
71. Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Pohjanmaan vedet ja ympäristö. Helsinki 1991.
72. Freindling, Alexander & Heitto, Lauri: Primary production of inland waters. Helsinki 1991.
73. Pennanen, Jussi: Toutain Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen järjestelyn vaikutusalueella. Helsinki 1991.
74. Hildén, Mikael; Hakaste, Tapio; Korhonen, Pekka & Rahikainen, Eljas: Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen kalatalouden intressianalyysi. Helsinki 1991.
75. Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki 1991.
76. Pasanen, Jaana: Öljyisen maan ja jätteen mikrobiologinen puhdistus. Helsinki 1991.
77. Ihme, Raimo; Isotalo, Lauri; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Turvesuodatus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa.
Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Laskeutusaltaiden toimivuuden parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä.
Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Turvetuotantoalueiden kuormituksen pidättäminen sarkaojiin. Helsinki 1991.
78. Rantala, Aulis (toim.): Vesistöjen kalkitus happamien sulfaattimaiden vaikutusalueella. Helsinki 1991.
79. Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnittelun työryhmä; Hynninen, Pekka (toim.): Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1991.
80. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Suomen kehittyvät vesivarat. Helsinki 1991.
81. Haapala, Kirsti & Eurén, Maija: Luonnonvesien ja jätevesien kiintoainemäärityksen ongelmista. Helsinki 1991.
82. Laine, Anne & Heikkinen, Kaisa: Turvetuotannon kalastovaikutukset. Helsinki 1991.
83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjärvisissä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kaijalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.
92. Mäkirinta, Urho & Tolonen, Pasi: Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana. Helsinki 1992.
93. Mäkirinta, Urho: Muutoksia Alavetelin Isojärven kasvillisuudessa 1973 - 1981. Helsinki 1992.
94. Nakari, Tarja: Porvoon edustan merialueen meriveden vaikutuksista sumputettujen ja luonnonkalojen elintoimintoihin. Helsinki 1992.
95. Torpström, Heikki & Lappalainen, Matti: Järvien biomanipulaation perusteita ja käytännön mahdollisuuksia. Helsinki 1992.
96. Salonen, Seija; Frisk, Tom; Kärmeniemi, Tellervo; Niemi, Jorma; Pitkänen, Heikki; Silvo, Kimmo & Vuoristo, Heidi: Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä - vaikutusten arviointi. Helsinki 1992.
97. Assmuth, Timo; Strandberg, Tapio; Joutti, Anneli & Kalevi, Kirsti: Kemiallisesti saastuneiden maa-alueiden tutkimusmenetelmät. Helsinki 1992.
98. Kivimäki, Anna-Liisa: Tekopohjavesilaitokset Suomessa. Helsinki 1992.
99. Tanninen, Risto: Arvot ja asenteet Pyhäjoen vesiensuojelusuunnittelussa. Helsinki 1992.

100. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitin vene- ja retkisatamasuunnitelma. Helsinki 1992.
101. Eloheimo, Karri: Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki 1992.
102. Sytyke 16. Sannholm, Gun & Söderström, Mirja: Entsyymikäsittelyn merkitys sulfaattimassan valkaisussa. Helsinki 1992.
103. Sytyke 9. Raitio, Laura: Siistausprosessin ympäristökuormitus. Helsinki 1992.
104. Sytyke 17. Jantunen, Esko: Jätevesipäästötön paperitehdas. Helsinki 1992.
105. Sytyke 10. Lehtinen, K.-J. & Tana: Effects in mesocosms exposed to effluents from bleached hardwood kraft pulp mill. Helsinki 1992.
106. Hudd, Richard; Toivonen, Anna-Liisa & Wistbacka Ralf: Malax å fiskeriutredning. Helsinki 1992.
107. Rontu, Mika: Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Helsinki 1992.
108. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Helsinki 1992.
109. Sytyke 11. Junttila, Vesa: Sellutehtaan ympäristökuormitusten pienentäminen ja hallinta uudella tehdaslayoutilla. Helsinki 1992.
110. Sytyke 20. Kara, Mikko: Natrium- ja rikkitaseen säätömahdollisuuksia suomalaisessa sellutehtaassa. Helsinki 1992.
111. Kauppi, Marja: Repoveden alueen vesistöjen perusselvitys. Helsinki 1992.
112. Lindholm, Tapio (toim.): Sukkessiotutkimusten tuloksia Suomen ja SNTL:n luonnonsuojelualueilta. Helsinki 1992.
113. Sytyke 2. Hatakka, Annele; Valo, Marjatta & Lankinen, Pauliina: Puunjalostusteollisuuden jätevesien käsittely valkolahosienillä ja niiden entsyymeillä. Helsinki 1992.
114. Sytyke 19. Krogerus, Mårten & Hynninen, Pertti: Sellu- ja paperiteollisuuden päästöjen käsittelyvaihtoehdot ja kustannukset. Helsinki 1992.
115. Hyvärinen, Pekka; Salojärvi, Kalervo; Pushkin, Sergei & Ahonen, Mikko: Kalojen vaellus Oulujärvestä Oulujokeen. Helsinki 1992.
116. Ettala, Matti & Koskela, Juhani: Kloorifenolipitoisten pohjavesien käsittely aktiivihiilisuodatuksella ja aktiivilietemenetelmällä. Helsinki 1992.
117. Sytyke 6. Myrén, Bertel: Suomen metsäteollisuuden tila vuonna 1995. Helsinki 1992.
118. Lyly, Olavi: Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Helsinki 1992.
119. Sytyke 21. Laxén, Torolf: Organosolvkeitot. Helsinki 1992.
120. Sytyke 4. Pere, J; Thun, R; Alén, R; Kyllönen, H & Viikari, L: Metsäteollisuuden jäteliätteet. Helsinki 1992.
121. Vesihuoltolaitokset 31.12.1990. Helsinki 1992.
122. Sytyke 14. Siitonen, Heikki; Wartiovaara, Jyrki & Kasanen, Pirkko: Sellu- ja paperitehdas-integraatin ympäristönsuojelutoimien hyötyjen ja haittojen arviointi - casetutkimus. Helsinki 1992.
123. Sytyke 22. Malinen, Raimo: Skenaarioanalyysi massan valmistuksen kehitysvaihtoehdoista. Helsinki 1992.
124. Sytyke 22A. Vasara, Petri: Skenaarioiden tuottaminen ja analyysi massanvalmistukselle Suomessa 1995 - 2010. Helsinki 1992.
125. Törrtö, Heli; Kaakinen, Eero & Alasaarela, Erkki: Ympäristövaikutusten arviointi aluehallinnossa - esimerkkinä Oulun lääni. Helsinki 1992.
126. Ekholm, Matti: Suomen vesistöalueet. Helsinki 1992.
127. Aura, Erkki; Puustinen, Markku; Virtanen, Seija; Mikkola, Hannu; Luoma, Tarmo & Peltomaa, Rauno: Salaoitusmenetelmien vertailu Zaitsevon kenttäkokeessa. Helsinki 1992.
128. Sytyke 15. Puustinen, Jukka: Ravinteiden käytön optimointi metsäteollisuuden aktiivilietelaitoksissa.
Sytyke 3. Lammi, Reino & Pakarinen, Kauko: Typpiravinnellisyksen vaikutus sellutehtaan aktiivilietelaitoksen toimintaan. Helsinki 1993.
129. Seppälä, Jyri: Ympäristöriskianalyysi teollisuudessa. Helsinki 1992.
130. Sytyke 18. Pihlaja, Kalevi (koordinaattori): Valkaistua sulfaattisellua valmistavan tehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoaminen ja ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
131. Lax, Hans-Göran; Koskenniemi, Esa; Sevola, Pertti & Bagge, Pauli: Tenojoen pohjaeläimistö ympäristön laadun kuvaajana. Helsinki 1993.

132. Sytyke 12. Kauppinen, Jyrki: Metsäteollisuuden hajuaineiden analytiikka ja seuranta. Helsinki 1993. Sytyke 5. Välttilä, Olli: Biolietteen poltto.
133. Sytyke 10A. Lehtinen, K-J: Ecological impact of pulp mill effluents. Helsinki 1993.
134. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Operatiivinen ajelehtimis- ja kulkeutumismalli merialueille. Helsinki 1993.
135. Nystén, Taina: Kärkölän likaantuneen pohjavesialueen geologia ja matemaattinen mallintaminen. Helsinki 1993.
136. Vesihuoltolaitokset 1991. Helsinki 1993.
137. Ullvén, Johanna: Simpukoiden soveltuvuudesta kloorifenolien tutkimiseen murtovedessä. Helsinki 1993.
138. Peura, Pekka: Happamoituminen Merenkurkun pienissä järvissä.
Peura, Pekka: Försumning av småsjöarna i Norra Kvarken. Helsinki 1993
139. Huttunen, Leena & Soveri, Jouko: Luonnontilaisen roudan alueellinen ja ajallinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1993.
140. Kaatra, Kai & Marttunen, Mika (toim.): Oulujoen vesistön säännöstelyjen kehittämisselvitykset. Helsinki 1993.
141. Suomela, Tapani: Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Helsinki 1993.
142. Kauppi, Lea (toim.): Itäisen Suomenlahden lintukuolemat keväällä 1992. Helsinki 1993.
143. Lahti, Kirsti; Lepistö, Liisa; Niemi, Jorma & Färdig, Michael: Eri vesilaitosten tehokkuus levien ja erityisesti syanobakteerien poistossa. Helsinki 1993.
144. Koskimies, Pertti: Population sizes and recent trends of breeding birds in the nordic countries. Helsinki 1993.
145. Alasaarela, Erkki; Hellsten, Seppo; Keränen, Reijo; Kurttila, Terttu & Riihimäki, Juha: Säännöstelyjen järvien rantojen kunnostuksen ja hoidon periaatteet - esimerkkinä Oulujoen vesistö. Helsinki 1993.
146. Korkka-Niemi, Kirsti; Sipilä, Annika; Hatva, Tuomo; Hiisvirta, Leena; Lahti, Kirsti & Alftan, Georg: Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Helsinki 1993.
147. Ruonala, Seppo (toim.): SYTYKE-ohjelman projektien yhteenvedot. Helsinki 1993.
148. Ruonala, Seppo (red.): Sammandrag av projekten i programmet SYTYKE. Helsinki 1993.
149. Ruonala, Seppo (ed.): Summaries of SYTYKE-projects. Helsinki 1993.
150. Niinioja, Riitta: Lietelannan levitys ja ravinteiden huuhtoutuminen. Helsinki 1993.
151. Hynninen, Pekka (toim.): Pyhäjoen vesiensuojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1993.
152. Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Karjalan vedet ja ympäristö 1990-luvulla
153. Rathmayer, Hans & Juvankoski, Markku: Tiivistemattoina käytettävät geomembraanit - toiminta-vaatimukset ja materiaalinvalintakriteerit. Helsinki 1993.
154. Vertanen, Suvi: Elinkaarianalyysi ja pakkaukset. Helsinki 1993.
155. Ahtela, Irmeli: Porvoon edustan merialueen tila vuosina 1985 - 1991. Helsinki 1993.
156. Mroueh, Ulla-Maija: Orgaanisten liuotteiden käyttö Suomessa.

ISBN 951-47-8191-0
ISSN 0786-9592